
COLUMBIA LIBRARIES OFFSITE
HEALTH SCIENCES STANDARD
HX00023787

UBER DIE

FUNKTIONELLE PRÜFUNG

DES

MENSCHLICHEN GEHÖRORGANS.

ÜBER DIE

FUNKTIONELLE PRÜFUNG

DES

MENSCHLICHEN GEHÖRORGANS.

GESAMMELTE ABHANDLUNGEN UND VORTRAGE

VON

DR. FRIEDRICH BEZOLD,
PROFESSOR DER OHRENHEILKUNDE IN MÜNCHEN.

MIT 2 LITHOGRAPHISCHEN TAFELN UND ABBILDUNGEN IM TEXTE.

lin - 1 - VIII - 91 Carlos J. Torres

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1897.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Vorwort.

Seit circa 16 Jahren habe ich mich vorwiegend mit der funktionellen Prüfung des gesunden sowohl wie des kranken menschlichen Gehörorgans beschäftigt.

Nachdem mir ursprünglich die Funktionsprüfung nur als diagnostisches Hilfsmittel für eine schärfere Grenzbestimmung zwischen Erkrankungen der Schall leitenden und der Schall percipirenden Theile im Gehörorgan gedient hatte, führte mich die fortgesetzte vergleichende Prüfung der Schallleitung auf aëro- und cranio-tympanalem Wege einerseits an Fällen mit intaktem Leitungsapparat, andererseits an Fällen mit partiellen bis totalen Defekten desselben allmählich zu einer neuen Einsicht in die physiologische Leistung des Schallleitungsapparats, welche nach den hier vorliegenden Untersuchungen in der Aufnahme des unteren Theiles der Tonskala aus der Luft besteht.

Ueber die Art der Bewegungen, welche dieser Apparat im Ganzen und in seinen einzelnen Theilen auszuführen im Stande ist bei der Ueberleitung von Luftdruckveränderungen, die auf die Aussenfläche des Trommelfells oder durch die Tuba auf dessen Innenfläche und die Labyrinthfenster einwirken, darüber können wir uns am Leichtesten Aufschluss verschaffen durch manometrische Untersuchungen an der Leiche. Deshalb erschien es mir zweckmässig, an die Spitze der folgenden Abhandlungen

meine „experimentellen Untersuchungen über den Schallleitungsapparat“ zu stellen.

Je länger ich der Funktion des Ohres nachgegangen bin, desto mehr wurde es mir klar, dass die bisher geübten Methoden, mit einzelnen verschiedenen Tonquellen zu untersuchen, nicht ausreichen können, um ein genügendes Bild von der Gesammtleistung des Gehörorgans zu geben.

So ist allmählich die das ganze Hörgebiet umfassende kontinuirliche Reihe reiner Töne entstanden, welche ich in den letzten Jahren meinen Gehörsprüfungen zu Grunde gelegt habe.

Erst mit Hilfe dieser vollkommenen Reihe ist eine wirkliche Analyse der Hörfunktion möglich geworden.

Wie gross die Zahl der Aufgaben ist, deren künftige Lösung auf diesem Wege erreichbar sein wird, lässt sich noch nicht ermessen.

Als wichtigstes Ergebniss, welches ich bisher der Verwendung der kontinuirlichen Tonreihe verdanke, muss ich die Aufschlüsse bezeichnen, welche ich über das Hörvermögen der Taubstummen gewonnen habe. Die uns hier entgegentretenden verschiedenartigsten Defekte in der Perception der Tonskala lassen uns noch viel deutlicher als bisher erkennen, wie wir ohne die Theorie von Helmholtz auf jedes Verständniss der Hörfunktion überhaupt verzichten müssten. In praktischer Beziehung werden die auf diesem Wege gefundenen und genauer lokalisirten Hör- und Sprachreste bei den Taubstummen künftighin die rationelle Unterlage zu bilden vermögen für eine neue Methode des Unterrichts der partiell Hörenden vom Ohre aus, welche diesen Theil der Taubstummen auf eine mit dem bisher geübten Artikulationsunterricht nicht entfernt erreichbare Stufe der sprachlichen und geistigen Entwicklung zu bringen verspricht.

Die Abhandlungen und Vorträge sind in der Reihenfolge geordnet, wie sie im Lauf der letzten 16 Jahre entstanden sind. Abgesehen von einigen Kürzungen habe ich von all dem Neuen,

das hier niedergelegt ist, nichts zurückzunehmen gebraucht und konnte mich auf einige wenige Ergänzungen beschränken, welche als nachträgliche Bemerkungen unter den Text gestellt sind.

In dem gleichen Zeitraum habe ich eine Anzahl von Monographieen erscheinen lassen, in welchen ebenfalls die Funktion des gesunden und kranken Gehörorgans ein Hauptthema bildet. Da die vorliegenden Abhandlungen und Vorträge vielfach auf diese Monographieen Bezug nehmen, so sollen sie hier aufgezählt werden.

1. Mit Hilfe meiner „Schuluntersuchungen über das kindliche Gehörorgan"[1]) habe ich mir eine Uebersicht über die durchschnittliche Leistungsfähigkeit des normalen Ohres und alle die anatomischen Veränderungen erworben, neben welchen noch ein relativ normales Hören bestehen kann.

2. Die Arbeit über „Labyrinthnekrose und Facialisparalyse"[2]) hat mir dazu gedient, das Verhalten des nach seinem anatomischen Befunde unzweifelhaft gehörlosen Ohres zu studiren.

3. In der „Ueberschau über den gegenwärtigen Stand der Ohrenheilkunde"[3]), welche eine Zusammenfassung meiner 24-jährigen statistischen Beobachtung an Ohrenkranken auf Grund von acht im Laufe dieses Zeitraums erschienenen dreijährigen Berichten enthält, konnten die Ergebnisse der funktionellen Prüfung an einem grossen Krankenmaterial in differentiell-diagnostischer Beziehung niedergelegt werden.

4. Das „Hörvermögen der Taubstummen"[4]) endlich hat mich eine genauere Einsicht in die Formen der Hördefekte gewinnen lassen, welche durch Erkrankungen im Labyrinth und jenseits desselben zu Stande kommen.

---

1) Wiesbaden, Verl. v. Bergmann, 1885.

2) Wiesbaden, Verl. v. Bergmann, 1886. Ein Nachtrag zu dieser Arbeit mit sechs weiteren Beobachtungen von Labyrinthnekrose wird demnächst in der Zeitschr. f. Ohrenhlk. erscheinen.

3) Wiesbaden, Verl. v. Bergmann, 1895.

4) Wiesbaden, Verl. v. Bergmann, 1896.

Ausserdem ist während dieser Zeit noch eine Anzahl kleinerer Abhandlungen erschienen, welche für den Hauptgang meiner Untersuchungen entbehrt werden können, und auf welche ich mich daher beschränke, an dieser Stelle hinzuweisen[1]).

Durch die hier vorliegende Reihe von Abhandlungen und Vorträgen zieht ein einheitlicher Gedankengang, der zu bestimmten Resultaten geführt hat; ich habe es daher für berechtigt und nothwendig gehalten, dieselben zu sammeln und in der Form herauszugeben, wie sie seiner Zeit erschienen sind.

Eine Umarbeitung des ganzen Stoffes etwa in ein Lehrbuch der Funktionsprüfungen des Gehörorgans würde keine sehr wesentliche Verkürzung ergeben haben. Viel wichtiger erschien es mir aber, dass durch eine solche Umarbeitung die Ursprünglichkeit der Darstellung verloren gegangen wäre.

Jeder folgende Aufsatz ist in seiner hier vorliegenden Form ein neuer Anlauf, der Wahrheit um ein Stück näher zu kommen und gestattet dem Leser, mit mir Schritt für Schritt den gleichen Weg zu gehen, den ich selbst gegangen bin.

Wiederholungen und Ungleichmässigkeiten lassen sich in einer derartigen Sammlung von Abhandlungen und Vorträgen,

---

[1]) Bemerkungen über die Uhr als Hörmesser und die einheitliche Bezeichnung der Hörprüfungen nach Knapp, Zeitschr. f Ohrenheilkde Bd. XV. 1886.

Nachtrag zu „Statistische Ergebnisse über die diagnostische Verwendbarkeit des Rinne'schen Versuches etc." Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XVIII, 1888.

Zweiter Nachtrag zu den Stimmgabel - Untersuchungen. Zeitschr f. Ohrenheilk. Bd. XIX, 1889.

Demonstration von Hörprüfungsinstrumenten. Bericht über die X. Vers. süddeutsch. u. schweiz. Ohrenärzte. Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXI, 1890 und Verhandl. des X. internat. Kongresses in Berlin. Bd. IV, Abth XI, p. 109, 1890.

Ein paar Bemerkungen zur kontinuirlichen Tonreihe. Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXIV, 1893.

Demonstration der kontinuirlichen Tonreihe in ihrer neuen von Dr. Edelmann verbesserten Form. Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXV, 1893.

Traumatische Perforationen des Trommelfells, von J. Nothers. Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXIII, 1892.

Ueber traumatische Rupturen des Trommelfells, Inaug.-Dissert. von Max Spitter, München 1895.

V., VI. und VII. dreijähriger Bericht. Archiv f. Ohrenheilk. Bd. XXI XXV und XXXII.

die sich theilweise an verschiedene Leser- und Hörerkreise gewendet haben, selbstverständlich nicht ganz vermeiden.

Dafür bietet jeder einzelne der gesammelten Aufsätze ein abgerundetes Ganzes und vermag jedesmal den Stand der Untersuchungen zur Zeit seiner Entstehung unmittelbarer zu kennzeichnen, als dies in einem Lehrbuch möglich gewesen wäre.

München, im Oktober 1896.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

I. Experimentelle Untersuchungen über den Schallleitungsapparat des menschlichen Ohres 1

II. Erklärungsversuch zum Verhalten der Luft- und Knochenleitung beim Rinne'schen Versuch mit einem Obduktionsfall 45

III. Statistische Ergebnisse über die diagnostische Verwendbarkeit des Rinne'schen Versuches und eine daraus sich ergebende Erklärung für die physiologische Funktion des Schallleitungsapparates . . . 55

IV. Eine kontinuirliche Tonreihe als Hörprüfungsmittel 123

V. Einige Mittheilungen über die physiologische obere und untere Tongrenze 133

VI. Untersuchungen über das durchschnittliche Hörvermögen im Alter 144

VII. Eine Entfernung des Steigbügels 167

VIII. Ein Fall von Stapesankylose und ein Fall von nervöser Schwerhörigkeit mit den zugehörigen Sektionsbefunden und der manometrischen Untersuchung 173

IX. Ein weiterer im Leben diagnostizirter Fall von doppelseitiger Steigbügelankylose mit Sektionsbefund, manometrischer und histologischer Untersuchung 185

X. Hörvermögen bei doppelseitiger angeborener Atresie des Gehörgangs mit rudimentärer Muschel 194

XI. Ueber den gegenwärtigen Stand der Hörprüfungen 203

XII. Demonstration einer kontinuirlichen Tonreihe zum Nachweis von Gehörsdefekten, insbesondere bei Taubstummen, und die Bedeutung ihres Nachweises für die Helmholtz'sche Theorie 229

I.

Experimentelle Untersuchungen über den Schallleitungsapparat des menschlichen Ohres [1].

Die funktionellen Störungen bei den Erkrankungen des Mittelohres, welche ja weitaus die Mehrzahl der Ohraffektionen darstellen, lassen sich für den Ohrenarzt um so besser begreifen und werden unserer Diagnose und unseren therapeutischen Eingriffen um so mehr zugänglich, je klarer unser Verständniss der normalen Funktion wird, welche dem mit so wunderbarer Exaktheit arbeitenden Apparate zukommt, der die Ueberleitung der Schallwellen vom Trommelfell zum Labyrinthwasser vermittelt.

Aus diesem Grunde ist es wohl begreiflich, dass nicht nur Physiologen, sondern auch Otiatriker immer wieder von Neuem an der Erforschung eines Mechanismus sich versuchen, dessen Funktion ihresgleichen an Interesse vielleicht nur in der Refraktion der brechenden Medien im Auge und der Accommodationsfähigkeit der Linse findet; und es erscheint die Betheiligung von Seite der Letzteren auch als eine wohlberechtigte, da ihnen allein Gelegenheit gegeben ist, beim Lebenden die feineren Form- und Funktionsveränderungen am normalen und kranken Ohr unter den verschiedensten Cautelen und in genügend grosser Zahl zu beobachten, deren Gesammtheit sodann erst dem Physiologen das nothwendige Material an die Hand gibt, mit Hilfe dessen jeder einzelne Theil in seiner Bedeutung für die Funktion des Gesammtapparates verständlich wird.

Ausser den Beobachtungen am lebenden Ohr, welche dem Otiatriker besondere Fragestellungen nahelegen, setzt ferner die Beurtheilung der pathologisch-anatomischen Befunde am Leitungsapparate eine Reihe von Detailkenntnissen über die Exkursionsfähigkeit und den Bewegungsmodus seiner einzelnen Theile voraus, welche theilweise nur durch

---

[1]) Archiv f. Ohrenheilkunde. Bd. XVI. 1880.

eigene Beschäftigung mit diesem Mechanismus zu gewinnen sind, theilweise auch noch nicht in einer solchen Form sich in der Litteratur vorfinden, dass sie für das praktische Bedürfniss direkt verwerthet werden könnten.

Die folgende Arbeit verdankt ihre Entstehung dem zwingenden Bedürfnisse des Praktikers, zunächst am Sektionstisch sich Klarheit darüber zu verschaffen, in wie weit aus der In- und Exkursionsfähigkeit der einzelnen Theile des Leitungsapparates und ihrem gegenseitigen Verhältnisse auf seine normale oder gestörte Funktion sich Schlüsse ziehen lassen.

Durch die freundliche Bereitwilligkeit des Direktors unseres pathologischen Instituts, Prof. Dr. v. Buhl, wurde es mir ermöglicht, eine grosse Anzahl von Schläfenbeinen in möglichst frischem Zustande, 12—36 Stunden nach dem Tode, und ohne vorausgehende Einwirkung von Alkohol zu meinen Untersuchungen zu verwenden; es können daher die im Folgenden niedergelegten Messungsresultate als so zuverlässige Mittelwerthe gelten, wie sie überhaupt an einem so kleinen und komplizirten Mechanismus zu gewinnen sind.

Mein Augenmerk wurde zunächst durch eine Beobachtung, welche ich hintereinander an mehreren Präparaten in der gleichen Weise machte, nach einer bestimmten Richtung gelenkt. Um die Beweglichkeit der Steigbügelfussplatte mir anschaulich zu machen, hatte ich an einem normal erscheinenden frischen Präparat dieselbe von der Labyrinthseite aus blossgelegt und beobachtete nun bei direkt auffallendem Sonnenlicht die Reflexe, welche sich rings um dieselbe auf dem Ligamentum annulare befanden. Wurde nun das Trommelfell entweder durch Druck mit einer auf die Spitze des Hammergriffs wirkenden Nadel von aussen und innen her in Bewegung versetzt oder durch einen um das Hammergriffende geschlungenen Faden von aussen und innen wechselweise angezogen, so traten wesentliche Veränderungen der die Steigbügelfussplatte umgebenden Reflexe nur bei der Auswärtsbewegung des Hammergriffs zum Vorschein, während der mit der gleichen Kraft ausgeführte Druck oder Zug an der Spitze des Hammergriffs nach einwärts eine kaum sichtbare Veränderung der Reflexe hervorbrachte. Die Bewegung sowohl der Ex- als Inkursion war am Stärksten ausgesprochen in der oberen vorderen Partie des Lig. annulare.

Dieselbe Beobachtung fand ich später von Weber-Liel in der Berl. klin. Wochenschrift [1]) mitgetheilt. Bei der Betrachtung der Steigbügelfussplatte von innen her mit seinem Ohrmikroskop fiel es W. auf, wenn er mit einem Kautschukschlauch die Luft im äusseren Gehör-

---

1) 1877. Nr. 44.

gange verdichtete und verdünnte, wie ausserordentlich gering ihre Inkursionsbewegungen bei der Luftverdichtung aber relativ viel stärker ihre Exkursionen bei Luftverdünnung im äusseren Gehörgang ausfallen.

Eine analoge Beobachtung wie am Endglied der Kette ergibt sich an ihrem Anfangsglied, dem Trommelfell, bei Luftdruckschwankungen sowohl in der Paukenhöhle als im Gehörgang. Auch das Trommelfell besitzt eine verhältnissmässig viel grössere Beweglichkeit nach auswärts als nach einwärts, was sich besonders deutlich bei der Anwendung des Siegle'schen pneumatischen Ohrtrichters ausspricht, also auch am Lebenden beobachtet werden kann. Siegle selbst hat dieses Verhältniss bereits bei der Bekanntmachung seines Trichters [1]) angedeutet. „Durch ein leichtes Saugen am Gummischlauch . . . rückt das Trommelfell plötzlich nach aussen, die Gehörknöchelchen schwingen um ihre Achse, der Lichtkegel verrückt sich und wird breiter. . . . Wird die Luft im äusseren Gehörgang durch Einblasen komprimirt, so rückt das Trommelfell noch um ein Minimum weiter nach innen.“

Man überzeugt sich mittelst des pneumatischen Trichters leicht, dass eine ausserordentlich geringe Saugbewegung genügt, um eine relativ starke Auswärtsbewegung des Trommelfells zu erzeugen, während ein bedeutend stärkerer Exspirationsdruck nothwendig ist, um das Einwärtstreten des Trommelfells überhaupt sichtbar zu machen. Ebenso ist die Bewegung des Trommelfells eine viel deutlicher hervortretende bei Lufteintreibung in das Mittelohr mittelst des Valsalva'schen Experiments als bei Luftverdünnung in der Paukenhöhle durch eine Schluckbewegung bei geschlossener Nase, dem Toynbee'schen Versuch.

In den bisherigen Arbeiten über den Mechanismus des Leitungsapparates, welche Messungen seiner Bewegungsfähigkeit enthalten, ist entweder nur auf die Inkursion des ganzen Apparates und seiner einzelnen Theile, oder auf die Summe der In- und Exkursion aber nirgends auf das Verhältniss zwischen dem positiven und negativen Theil der Bewegung Rücksicht genommen. Die zahlreich angestellten und in der Litteratur veröffentlichten Versuche, welche zur Erzeugung von Schwingungen des Leitungsapparates die Einleitung eines starken Schalles von einer mit dem Gehörgang in direkte Verbindung gebrachten Tonquelle verwendeten, mussten von vornherein auf eine Differenzirung der Aus- und Einwärtsbewegung verzichten und konnten nur die Summe der beiden bestimmen, ausserdem war auf diesem Wege nicht das Bewegungsmaximum überhaupt, sondern nur die Schwingungsamplitude bei der Einwirkung bestimmter Tonhöhen und Intensitäten festzustellen.

---

1) Deutsche Klinik, 1864. Nr. 37.

Aber auch diejenigen Autoren, welche einfache Luftdruckschwankungen im Gehörgang, Mittelohr oder Labyrinth benützten, um die Exkursionsfähigkeit des Apparates zu prüfen, liefern uns keine Angaben darüber, um wie viel derselbe nach der negativen und um wie viel nach der positiven Seite aus seiner Ruhelage sich zu bewegen vermag.

Die Methode um die Bewegungsgrenzen des gesammten Leitungsapparates bei einfachen Luftdruckschwankungen zu bestimmen, verdanken wir Politzer[1]), der durch die Benützung von Haarröhrchen als Labyrinthmanometer uns gelehrt hat, die auf die Wassersäule des Labyrinths übertragenen Bewegungen der Gehörknöchelchenkette direkt zu messen. Das Manometer, an welchem Politzer die Bewegungen ablas, bestand bekanntlich in einem bis zu zwei Drittel mit Karminlösung gefüllten Haarröhrchen von $^1/_4$—$^1/_2$ mm Durchmesser, welches in den geöffneten oberen Canalis semic. eingeführt und mit Harzwachskitt luftdicht eingesetzt wurde, nachdem sein unteres Ende dem Kanal entsprechend gekrümmt war. Die Luftdruckschwankungen sowohl vom Gehörgange als von der Tuba aus, wurden mittelst einer mit Quecksilber halbgefüllten Flasche ausgeführt, in welche zwei Glasröhren eintauchten, von denen die eine mit einem Kautschukballon, dem eigentlichen Kompressionsapparat, die andere durch einen Kautschukschlauch mit dem Gehörgang oder der Tuba luftdicht verbunden war. Die Grösse des angewendeten Druckes konnte an dem Steigen des Quecksilbers im Glasrohr direkt gemessen werden. Politzer konnte auf diesem Wege bereits 1861 folgende wichtige Sätze aufstellen, welche durch die von mir im Nachfolgenden mitgetheilten Untersuchungen wenigstens mit Rücksicht auf das gegenseitige Grössenverhältniss der Werthe im Wesentlichen ihre Bestätigung finden:

a) Versuche vom äusseren Gehörgange aus.

Es beträgt bei geöffneter Paukenhöhle die von den Trommelfellbewegungen und den von ihnen abhängigen Bewegungen der Gehörknöchelchen erzeugte Summe der positiven und negativen Schwankung im Manometerröhrchen $^1/_2$—1 mm[2]).

b) Von der Tuba bei geschlossener Trommelhöhle.

Es beträgt die Summe der positiven und negativen Schwankungen $1^1/_2$—3 mm, also 3 mal so viel wie vom Gehörgang aus.

---

[1]) Sitzungsbericht der k. k. Akad. der Wissensch. Math.-naturw. Klasse. Bd. 43. Abth. 2. 1861. S. 427.

[2]) Nach einer späteren Mittheilung in der Wien. med. Wochenschrift. 1862. Nr. 13 scheinen übrigens in den Versuchen nur die positiven Schwankungen berücksichtigt zu sein.

c) Vom Gehörgang und der Tuba nach Durchtrennung des Ambossteigbügelgelenkes.

Vom Gehörgang ergibt nur der positive Druck eine Schwankung von höchstens $^1/_4$ mm, von der Tuba ergibt sich eine Schwankungsvermehrung um $^1/_2$—$1^1/_2$ mm und darüber (durch Ausschaltung des Trommelfells).

d) Versuche von der Tuba aus bei verkittetem rundem Fenster.

Es tritt eine Schwankungsverminderung um mehr als die Hälfte ein."

Helmholtz hat sich in seiner bekannten fundamentalen Arbeit über diesen Gegenstand[1]) theilweise derselben Methode bedient, um die Beweglichkeit der Steigbügelfussplatte direkt zu berechnen. „Bewegungen der Gehörknöchelchen, durch Eintreiben von Luft in den äusseren Gehörgang hervorgerufen, bewirkten, dass die Flüssigkeit im Manometerröhrchen mit einem Querschnitt von 0,228 qmm um 0,9 mm stieg. Da nun die Durchmesser der Fenestra ovalis sich fanden gleich 1,2 und 3 mm, so ist die Fläche der Fenestra ovalis (als Ellipse zu 2,827 qmm berechnet) etwa 12,4 mal so gross, als der Querschnitt des Glasröhrchens." Darnach berechnet sich die mittlere Grösse für die Bewegung der Steigbügelfussplatte zu $^1/_{14}$ mm. Ein zweiter Versuch von Helmholtz zur Bestimmung dieser Grösse bestand darin, dass eine feine Nadel in die Membrana obturatoria des Steigbügels nahe dem vorderen Bogenschenkel eingestossen und an den scharfen Rand der zwischen der geöffneten Trommelhöhle und dem Labyrinth stehen gebliebenen knöchernen Wand angelehnt wurde, die als Hypomochlion diente. Wenn nun mit einem gegen die Basis des Steigbügels gesetzten Nadelkopf dieser aus- und eingetrieben wurde, so ergab sich aus dem Hin- und Hergehen des längeren Hebelarmes als Bewegungsmaximum für die Steigbügelfussplatte $^1/_{18}$ mm.

Aus den hier kurz reproduzirten Mittheilungen von Politzer und Helmholtz scheint mir hervorzugehen, dass bei ihren Versuchen hauptsächlich positiver Druck zur Anwendung kam und die Verschiebungsfähigkeit des Apparates nach auswärts mehr oder weniger ausser Acht blieb.

Als eine weitere noch nicht vollständig gelöste Frage ergibt sich in den Politzer'schen Versuchen das Verhältniss der Labyrinthwasserbewegung bei Druck vom äusseren Gehörgang und bei Druck von der Tuba aus. Politzer stellte fest, dass sich die Flüssigkeit im Labyrinthmanometer bei Luftkompression vom Gehörgang und von der Tuba

1) Die Mechanik der Gehörknöchelchen und des Trommelfells. Pflüger's Archiv. 1. Jahrg. S. 1. 1868.

in gleichem Sinne bewegt, dass in beiden Fällen eine Drucksteigerung im Labyrinth eintritt. Mit dieser Beobachtung steht ein von Lucae[1]) an zwei Schläfenbeinen ausgeführter Versuch in Widerspruch, der an einem auf dem Steigbügelköpfchen befestigten Fühlhebel, nachdem er die Paukenhöhle mittelst eines darüber gestülpten Reagenzgläschens wieder verschlossen hatte, bei Luftkompression durch die Tuba ein Auswärtsgehen des Steigbügels und umgekehrt beobachten konnte. Die widersprechenden Resultate der beiden Experimentatoren lassen sich indes sehr wohl begreifen, wenn wir den Modus der Politzer'schen und Lucae'schen Versuche genauer berücksichtigen. Der letztere hat durch seinen Fühlhebel am Steigbügelköpfchen nur die Bewegung gemessen, welche bei Luftdurchschwankungen dem Steigbügel vom Trommelfell übertragen wird, während Politzer mit Recht darauf aufmerksam macht, dass Luftdruckschwankungen, welche in den Mittelohrräumen direkt erzeugt werden, sich ebenso wohl auf der Trommelfellfläche als auf den Fenstermembranen des Labyrinths geltend machen. Bei den Politzer'schen Versuchen ist daher die Schwankung im Labyrinthmanometer als die Summe des auf beide Fenstermembranen stattfindenden Druckes minus der vom Trommelfell auf den Steigbügel übertragenen Bewegung zu betrachten. Lucae dagegen hat nur diese letztere zur Anschauung gebracht.

Trotzdem bleibt indes die positive Schwankung, welche Politzer bei Luftverdichtung von der Tuba aus erhielt, unerklärt, wenn wir nur die verhältnissmässige Grösse des Trommelfells einerseits und der Fenstermembranen andererseits in Anschlag bringen. Es kommt hier aber weiter in Betracht 1. in wie weit sich bei direkter Luftkompression in der Pauke Trommelfellbewegungen über die beiden Gelenke auf den Steigbügel fortpflanzen können und 2. wie sich die Bewegungsfähigkeit der Steigbügelfussplatte im ovalen Fenster zur In- und Exkursionsfähigkeit der Membrana tympani secundaria verhält. Während bereits die Berechnungen von Helmholtz ergeben haben, dass das Bewegungsmaximum des Steigbügels in Verbindung mit der ganzen Leitungskette ein sehr geringes ist, besitzen wir über die Grenze der Bewegung, welcher die Membran des runden Fensters fähig ist, noch keine genaueren Bestimmungen. Die auffällig grosse Exkursion, welche Politzer bei Luftdruckschwankungen von der Tuba aus im Labyrinthmanometer erhielt, liessen wenigstens vermuthen, dass die Bewegungsfähigkeit dieser Membran verhältnissmässig eine sehr bedeutende sein werde. Dafür sprechen auch die Untersuchungen von Buck[2]) und Burnett[3]), welche

[1]) Archiv f. Ohrenheilk. IV. S. 30 ff.
[2]) Archiv f. Augen- u. Ohrenheilk. I. 2. S. 121.
[3]) ibid. II. 2. S. 64.

die Schwingungen der Membrana tymp. sec. der direkten Messung unterzogen, indem sie die lineäre Exkursion von aufgestreuten Amylumkörnchen mittelst des Okularmikrometers auf dem runden Fenster beobachteten, während ein starker Schall von einer Orgelpfeife oder Sirene durch den Gehörgang auf das Trommelfell einwirkte. Buck mass in der gleichen Weise auch die Bewegungen der Steigbügelfussplatte, die er von der Labyrinthseite aus blossgelegt hatte und fand, dass am oberen Rande derselben die vertikal schwingenden Linien eine Länge von 0,03 mm hatten, am unteren Rand war die Bewegung nicht ausgiebig genug, um Messungen vorzunehmen; ebenso massen die von oben gesehenen glänzenden Linien, welche am Stapesköpfchen entstanden, 0,03 m. Dagegen betrug die bei der Intonation der Pfeife entstehende Reflexlinie am runden Fenster 0,04 mm. Dazu bemerkt Buck, dass die gefundenen Maasse nur einen Theil der wirklichen Exkursionslänge darstellen, weil die Membran nicht in scharfem Profil, sondern schräg von der Seite beobachtet wurde. Burnett fand bei seinen in gleicher Weise angestellten Untersuchungen, welche ebenso wie diejenigen von Buck im Laboratorium von Helmholtz ausgeführt wurden, ein Exkursionsmaximum von 0,032 für die Membran des runden Fensters. Die Schwingungsgrössen des Steigbügelköpfchens und der runden Fenstermembran verhielten sich in seinen Versuchen meist gleich.

Die Bewegungen, welche die Membran des runden Fensters bei Luftverdichtung und Verdünnung durch die Tuba in der geschlossenen Paukenhöhle macht, sind von Weber-Liel[1]) direkt zur Anschauung gebracht. Derselbe hat das runde Fenster von hinten und unten freigelegt, worauf die Oeffnung in der Pauke mit einem aufgekitteten Deckgläschen wieder luftdicht verschlossen wurde. Bei sich abwechselnd folgenden Luftverdichtungen und Verdünnungen, welche mittelst seines Paukenhöhlenkatheterchens direkt in das Mittelohr eingeleitet wurden, konnte nun durch das Deckgläschen hindurch beobachtet werden, wie die Membran korrespondirende sehr ausgiebige In- und Exkursionen mitmachte.

In der vorliegenden Arbeit verfolgte ich nun zunächst den Zweck, das Verhältniss zwischen Ein- und Auswärtsbewegungen des ganzen Leitungsapparates festzustellen und die Grenzen seiner maximalen Bewegungsfähigkeit zu bestimmen, sodann die einzelnen Glieder der Kette für sich, den Hammer, den Ambos, den Steigbügel mit dem Ligamentum annulare und die runde Fenstermembran in der gleichen Weise auf ihr Bewegungsmaximum zu prüfen und, so weit möglich, vergleichbare Werthe für dieselben aufzustellen, wobei ebenfalls die Inkursion und

---

1) Monatsschr. f. Ohrenheilk. 1876. I ff.

Exkursion gesondert notirt wurde, endlich über den Einfluss der Binnenmuskeln auf die Bewegungsfähigkeit des Mechanismus Anhaltspunkte zu gewinnen.

Zur Prüfung des Leitungsapparates im Ganzen auf seine Bewegungsfähigkeit wurde der Labyrinthdruck nach Politzer's Methode manometrisch bestimmt. Die Oeffnung des oberen halbzirkelförmigen Kanals wurde mit einer feinen breiten Feile gemacht. Es ergab sich dabei, wie ich beiläufig bemerken möchte, dass der Kanal nicht direkt unter der Höhe der Prominenz, sondern medialwärts von derselben, manchmal ziemlich am Fuss ihres medialen Abhanges liegt. Die Tiefe, in welcher der Kanal sich findet, ist eine sehr verschiedene und beträgt in manchen Fällen 2 mm und mehr, in anderen sehen wir denselben sofort nach Entfernung der Dura durchscheinen, ausnahmsweise kann sogar die knöcherne Wand eines halbzirkelförmigen Kanales, insbesondere des hinteren, an kleineren Stellen dehiszirt gefunden werden. In der Umgebung der kompakten Kapsel des oberen Kanals, auch medialwärts von derselben liegen häufig noch einzelne pneumatische Räume, deren Kommunikation mit den Haupträumen des Mittelohres sich leicht nachweisen lässt; wenn wir einen Tropfen Flüssigkeit in dieselben bringen und eine Luftdouche per tubam machen, so wird derselbe herausgeschleudert.

Es ist zweckmässig, die Felsenbeinoberfläche in grösserer Ausdehnung um die Oeffnung im Canal. semic. mit der Feile rauh zu machen und dann mit einem glühenden Nadelkopf auszutrocknen, damit die Kittmasse besser haftet. Es wird nun der Kanal wieder möglichst mit Flüssigkeit gefüllt, indem man ein langes gefülltes Haarröhrchen senkrecht aufsetzt und zugleich leichte Saug- und Druckbewegungen vom äusseren Gehörgange macht. Einen luftdichten Verschluss durch Verkittung bringt man zu Stande, wenn man eine feine Stecknadel mit ihrem Kopf glühend auf die Oeffnung aufsetzt, dann einen heissen Siegellacktropfen auffallen lässt und die an ihrer Spitze wieder heiss gemachte Nadel herauszieht; in den so entstandenen kurzen Kanal im Siegellack, der bis zum Rand mit Flüssigkeit gefüllt wird, setzt man dann das zum grössten Theil mit gefärbter Flüssigkeit gefüllte Haarröhrchen ein und verkittet denselben mit Siegellack. Die benützten Röhrchen hatten einen durch Kalibrirung mit Quecksilber bestimmten Querschnitt von 0,09 qmm und waren an ihrem Ende nicht nach der Richtung des Kanals gekrümmt, sondern gerade, weil ich in den ersten Versuchen gefunden hatte, dass man beim weiteren Vorschieben leicht das Röhrchen mit dem abgelösten membranösen Kanal verstopfen kann.

Um vom Gehörgang aus Luftverdichtung und Luftverdünnung in gleicher Weise und beliebiger Stärke zu erzeugen, wurden Exspirations-

und Inspirationsbewegungen mittelst eines Verbindungsschlauchs zwischen Mund und Gehörgang angewendet, deren Stärke gleichzeitig von einem Gehilfen an einem seitlich von diesem Verbindungsschlauch angebrachten Quecksilbermanometer abgelesen wurde.

Von der Tuba aus wurden die Luftdruckschwankungen theils in der gleicher Weise, theils mit einem luftdicht eingesetzten Kautschukballon zu Stande gebracht. Um mit Sicherheit Luftverdünnung auf diesem Wege im Mittelohr zu erzeugen, wird es öfters nothwendig, eine feine Kanüle bis in die Paukenhöhle vorzuschieben.

Eine ähnliche manometrische Messungsmethode kam zur Anwendung für die In- und Exkursionsfähigkeit der Membrana tympani sec. und ebenso für die isolirte Steigbügelfussplatte mit dem Ligamentum annulare in ihren Fenstern.

Um die beiden Fenstermembranen, jede für sich getrennt vom Leitungsapparat, auf ihre Bewegungsfähigkeit zu prüfen, wird die äussere Labyrinthwand mit den Fenstern mittelst einer Laubsäge aus dem Schläfenbein herausgenommen, wobei darauf zu achten ist, dass keine Sprünge in der elfenbeinharten Knochenwand entstehen. Nachdem das Fenster von der Labyrinthseite her mit der Feile ringsum freigelegt ist, wird nun mit einem glühenden Nadelkopf die geebnete Umgebung des zu untersuchenden Fensters auf seiner Innenseite ringsum getrocknet, wobei jedoch die der Membran nächstgelegene Zone vorsichtig umgangen und die Membran durch wiederholtes Ueberpinseln mit einem feinen befeuchteten Haarpinsel vor Austrocknung geschützt werden muss. Hierauf wird das Fenster ringsum auf der Innenseite mit heissem Wachs tropfenweise so umgeben, dass mit dem Fenster noch ein schmaler Nachbarstreifen ringsum von dem Wachswall frei bleibt. Nachdem jetzt ein Tropfen Wasser auf die Membran gebracht ist, wird der Wall von oben bis auf eine kleine Oeffnung durch weiter aufgeträufeltes Wachs verschlossen und schliesslich nach vollständiger Ausfüllung des kleinen Hohlraumes mit Wasser das gleiche mit Karminlösung gefüllte Haarröhrchen in die Oeffnung eingeschmolzen, welches vorher bei dem Präparat als Labyrinthmanometer verwendet worden war. In der gleichen Weise wird auch unter fortwährender Sorge für Befeuchtung der Membran ihre Umgebung auf der Paukenhöhlenseite getrocknet und mit einem grösseren Wachswall umgeben, mittelst dessen das ganze Präparat an eine Glasröhre angeschmolzen wird. An die letztere wird der gleiche Luftverdichtungs- und Verdünnungsapparat angefügt, der auch bei den übrigen Messungen zur Anwendung kam, ein T-förmiger Gummischlauch, an dessen einem Ende sich ein U-förmiges Quecksilber-Manometer befindet. Die durch diesen Schlauch auf die Membran geleiteten Luftdruckschwankungen lassen nun deren Bewegungen in dem mit Karmin

gefüllten Röhrchen ablesen und man erhält auf diesem Wege für die In- und Exkursionsfähigkeit der beiden isolirten Membranen Zahlenwerthe, welche mit den vorher im Labyrinthmanometer gefundenen direkt vergleichbar sind. Ist der Abschluss mittelst des Wachses nicht luftdicht ausgefallen, so spricht sich das sofort dadurch aus, dass die Flüssigkeit im Manometer nicht mehr auf ihre ursprüngliche Höhe zurückkehrt.

Was endlich die Bewegungen betrifft, welche jedes Gehörknöchelchen für sich bei der In- und Exkursion des ganzen Apparates macht, so wurden dieselben mittelst der ebenfalls von Politzer[1]) in die Physiologie des Gehörorgans eingeführten Fühlhebelmethode gemessen.

Ein absolutes Maass für die Bewegungen des Labyrinthwassers können die vorliegenden manometrischen Untersuchungen aus verschiedenen Gründen nicht geben.

1. Ist dabei der Labyrinthdruck aufgehoben, dessen wesentlichen Einfluss auf die Uebertragung der Bewegungen Burnett (a. a. O.) durch seine Beobachtungen am runden Fenster während der Einwirkung eines starken Schalles nachgewiesen hat, indem er den intralabyrinthären Druck variirte.

2. Wird die Ausweichung des Labyrinthwassers bei Einfügung eines Manometers nicht in letzterem allein sich geltend machen, sondern auf dieses und die sehr leicht nachgiebige Membran des runden Fensters vertheilen.

3. Fehlt theilweise im Leitungsapparat die Spannung, wie sie am Lebenden von Seite der Binnenmuskeln ausgeübt wird, auch die sämmtlichen Membranen und Bänder haben an Turgescenz und damit an Spannung verloren.

Eine Fehlerquelle kann endlich 4. gegeben werden durch das Ausweichen der Labyrinthflüssigkeit auf dem Wege der beiden Aquaeductus, deren Kommunikation mit der Schädelhöhle neuerdings Weber-Liel[2]) durch verschiedene Methoden sichergestellt hat. Von der Durchgängigkeit der beiden Wasserleitungen konnte ich mich an meinen Präparaten wiederholt überzeugen, indem ein Druck sowohl auf den intraduralen Sack des Aquaeductus vestibuli als auch auf die trichterförmige Oeffnung des Aquaeductus cochleae bei einer Reihe von Schläfenbeinen ein beträchtliches Steigen in dem ins Labyrinth eingesetzten Manometerröhrchen zur Folge hatte. Aus früheren Untersuchungen dieses Autors, welche zur Prüfung der Resistenzfähigkeit der

---

[1]) Cosmos 18. Volume. p. 667 (le 14 Juin 1861), ferner Archiv f. Ohrenheilk. I. S. 59 etc.

[2]) Virchow's Archiv. Bd. LXXVII. 2. S. 207 ff.

Membran im runden Fenster gemacht wurden [1]), muss man indess den Schluss ziehen, dass in den Wasserleitungen Vorrichtungen vorhanden sind, welche dem Austritt von Flüssigkeit aus dem Labyrinth für gewöhnlich einen grösseren Widerstand entgegenstellen, als dem Eintritt in dasselbe. Indem Weber-Liel die Fenstermembran dem Druck einer Quecksilber- oder einer Wassersäule aussetzte, die durch ein in den oberen halbzirkelförmigen Kanal eingekittetes Glasröhrchen mit dem Labyrinth in Verbindung stand, bauchte sich die Membran des runden Fensters unter der Last der Quecksilbersäule stark vor, ehe das Quecksilber durch die Aquaeductus aus dem Labyrinth abfloss; dies geschah zunächst durch den A. vestibuli, dann auch durch den A. cochleae. Ein mit Wasser gefülltes Becken, das mit dem in den Canal. semic. sup. mündenden Schlauch in Verbindung stand, musste er bis fast zur Höhe des Zimmers und wiederholt rasch erheben lassen, ehe die benützte blaue Flüssigkeit aus dem Labyrinthe, aber nur durch den A. vestibuli, abzufliessen begann.

Der geringe Druck, welcher bei unseren Versuchen durch Belastung des Trommelfells auf das Labyrinth übergeleitet wurde, indem auf dasselbe ein Luftdruck von höchstens 20 mm Quecksilberhöhe einwirkte, wird also in der Regel wenigstens nicht im Stande sein, den Widerstand der Aquaeductus zu überwinden.

Für den A. cochleae konnte ich ausnahmsweise bei dreien der zur Untersuchung gekommenen Präparate eine abnorm leichte Durchgängigkeit auch in der Richtung vom Labyrinth zum Arachnoidealraum konstatiren. Trotzdem die Dura mater auf der Hinterfläche wie bei allen Präparaten intakt geblieben und der Sägeschnitt durch das Occiput gelegt war, versank in diesen Fällen allmählich jeder Tropfen Karminflüssigkeit, welcher auf die Oeffnung im oberen Halbzirkelkanal gebracht wurde; noch rascher sank die Flüssigkeit an dieser Stelle ein, wenn gleichzeitig leichte Luftverdichtungen und Verdünnungen vom Gehörgang aus auf das Trommelfell wirkten. Als die Aufträuflungen während der Saug- und Druckbewegungen vom Gehörgang länger fortgesetzt wurden, erschien bei zweien bald die rothe Flüssigkeit unter der halbmondförmigen Falte, welche die Oeffnung des A. cochleae in der Dura überdacht, und floss unter derselben bei jeder Saugbewegung in geringer Quantität frei über die Innenfläche der Dura ab. In Folge dieser Abnormität hielt sich auch die Flüssigkeit in dem aufgekitteten Labyrinthmanometer nur kurze Zeit, indem sie bei jeder Saugbewegung weiter heruntersank. Das eine der drei Schläfenbeine konnte wegen einer Verletzung am Leitungsapparate beim Abmeisseln der Pauken-

[1]) Monatsschrift f. Ohrenheilk. 1876. Nr. 5.

höhlendecke für die Tabelle nicht verwerthet werden, die anderen beiden (Nr. XXVII und XXX der Uebersichtstabelle) zeigten sowohl bei Luftdruckschwankungen im Gehörgang als in der Tuba kleinere Bewegungen im Labyrinthmanometer als sonst durchschnittlich beobachtet wurden. In den übrigen Fällen sank die Flüssigkeit im Manometerröhrchen meist nur wenig und so langsam, dass die über mehrere Stunden ausgedehnten Versuche nicht wesentlich gestört wurden.

Eine Vergrösserung der Bewegungen nach längerer Fortsetzung der Versuche, wie sie Politzer anführt und von der allmählichen Dehnung der Membranen ableitet, konnte ich nicht konstatiren, im Gegentheil haben mir die Versuche an den Membranen des isolirten ovalen und runden Fensters gezeigt, dass dieselben sogar nach Einwirkung eines stärkeren positiven und negativen Druckes, als er vom Gehörgang und der Tuba aus angewendet wurde, immer wieder bei wiederholten Versuchen die gleichen Exkursionen machten und somit ihre Elastizität bewahrten. Dass insbesondere das Ligamentum annulare eine bedeutende Resistenzfähigkeit gegen Dehnung hat, geht auch aus einer Beobachtung von Lucae[1]) hervor, welcher konstatiren konnte, dass nach neunstündigem Ansaugen im äusseren Gehörgang der Steigbügel wieder nahezu in seine alte Stellung zurückging.

Aus den oben angeführten Gründen dürfen die im Labyrinth-Manometer abgelesenen Zahlen keinen Anspruch auf eine exakte Darstellung des wirklichen Labyrinthdruckes machen, wie er sich bei Luftverdichtung und Verdünnung im äusseren und mittleren Ohr am Lebenden verhält. Mit grösserer Sicherheit können sie als Index für die Bewegungen des Leitungsapparates und insbesondere für das uns hier zunächst interessirende Verhältniss zwischen Einwärts- und Auswärtsbewegung der Leitungskette dienen.

Um einen raschen Ueberblick über die durch die Messungen gewonnenen Hauptresultate zu geben, wurden in einer beigegebenen Uebersichtstabelle die für unsere Fragen in erster Linie in Betracht kommenden maximalen Bewegungsgrössen zusammengestellt, welche zu erzielen waren. In dieser Tabelle fanden nur diejenigen Messungsreihen Aufnahme, für welche es von besonderem Interesse war, Durchschnittswerthe zu erhalten. Eine Anzahl von weiteren Messungen, welche an denselben Präparaten gemacht wurden, sollen im weiteren Verlauf ihre Besprechung finden.

Politzer hat in seinen Experimenten über die Bewegungen der Labyrinthflüssigkeit unter dem Einfluss von Luftdruckschwankungen im Gehörgang nur die bei geöffneter Paukenhöhle gewonnenen Resultate

---

1) Berliner klin. Wochenschrift. 1874. Nr. 16. S. 188.

berücksichtigt. Es schien mir doch nicht ohne Interesse, auch bei geschlossener Paukenhöhle den Leitungsapparat vom Gehörgang aus in Bewegung zu setzen und die am Labyrinthmanometer gefundenen Werthe denjenigen gegenüber zu stellen, welche sich bei geöffneter Pauke ergaben. Wie die Vergleichung der Durchschnittszahlen zeigt, welche aus Columne I und II der Uebersichtstabelle (cf. S. 16) erhalten wurden, so verhält sich das Bewegungsmaximum im Labyrinthmanometer, welches bei geschlossener Pauke gefunden wurde, zu demjenigen bei offener Pauke nahezu wie 3 : 2. Obgleich sich bei der ersteren Untersuchungsweise eine Reihe von Fehlerquellen nicht ausschliessen lässt, so sind doch hier mehr die Verhältnisse gegeben, wie sie beim normalen Hören stattfinden, da ja für gewöhnlich die Tuba geschlossen ist. An dem herausgenommenen Schläfenbein findet man das Lumen der Tuba allerdings nicht so regelmässig geschlossen, als dies für die Tuba des Lebenden von A. Hartmann[1]) physikalisch begründet wurde. Und es liegt eben darin eine Hauptfehlerquelle für das Experimentiren bei nicht geöffneter Paukenhöhle. Die Eröffnung des Tubenlumens ist wahrscheinlich abhängig von Wasserverdunstung in ihrer Schleimhaut und vom freien Herabhängen der lateralen Wand, welche durch ihr eigenes Gewicht sich von der medialen entfernt. Andererseits kommt aber an der Leiche wieder sehr leicht ein festerer Verschluss der Tube dadurch zu Stande, dass die Wände aneinander ankleben. Von diesem verschiedenen Verhalten der Tuba konnte ich mich während meiner Experimente leicht überzeugen. Wurde nämlich am Schluss der mit dem einzelnen Schläfenbeine vorgenommenen Untersuchungen das Mittelglied der Leitungskette, der Ambos, herausgenommen und die Paukenhöhle wieder geschlossen, so ergaben in einem Theil der Fälle Luftdruckveränderungen im Gehörgang keine Bewegungen im Labyrinthmanometer mehr, in anderen Fällen dagegen zeigten sich sowohl positive als negative Schwankungen, die in diesem Fall nur von Luftdruckveränderungen in der Paukenhöhle abhängig sein konnten, also einen Verschluss der Tuba voraussetzten. Wurde nun mittelst des Ballons durch die Tuba Luft eingeblasen, so waren keine Schwankungen vom Gehörgang aus im Labyrinthmanometer mehr zu erzeugen, erschienen dagegen wieder, wenn die Tuba gleichzeitig komprimirt wurde.

Wenn, wie in diesen Versuchen, die Leitungskette unterbrochen wird, so kann nur der Luftdruck auf die beiden Labyrinthfenster einwirken, und wir werden im weiteren Verlaufe sehen, dass unter diesen Umständen die Bewegung der Membran im runden Fenster diejenige

---

[1]) Experimentelle Studien über die Funktion der Eustachi'schen Röhre. Von A. Hartmann. Leipzig 1879.

der Fussplatte im ovalen Fenster sehr bedeutend an Grösse übertreffen muss. Die Vermuthung liegt nahe, dass auch bei intaktem Leitungsapparate die erwähnte Differenz der bei geschlossener und offener Paukenhöhle gewonnenen Zahlen dadurch bedingt wird, dass die Luftdruckschwankungen im Gehörgang bei geschlossener Pauke auch auf das runde Fenster einwirken, während nach Entfernung des Paukendaches die direkte Ueberleitung auf das ovale Fenster sich beschränken muss, und man könnte geneigt sein, diese Differenz einfach als den Antheil des runden Fensters an den Schwankungen im Labyrinthmanometer zu betrachten. Ich habe mich indess überzeugt, dass ausser dem wechselnden Verschluss der Tuba auch noch eine weitere Ursache auf die Bewegungsamplitude bei geschlossener Pauke von Einfluss sein kann. Es fand sich nämlich häufig nach der Entfernung des Tegmen tympani eine grössere oder geringere Menge seröser, manchmal auch viscider Flüssigkeit in der Paukenhöhle, welche jedesmal vor der weiteren Fortsetzung der Versuche durch die Tuba herausgeblasen wurde. Wenn hierauf die Paukenhöhle von oben wieder luftdicht verschlossen wurde, so fielen die Bewegungen im Labyrinth-Manometer kleiner aus, als sie bei intakter Paukenhöhle sich ergeben hatten. Dieser Einfluss einer am Boden der Paukenhöhle befindlichen Sekretmenge wird wohl erklärlich, wenn wir berücksichtigen, dass der auf das Trommelfell ausgeübte Druck in diesem Falle auf eine kleinere in der Paukenhöhle eingeschlossene Luftmenge sich vertheilt. Da ferner der jeweilige intralabyrinthäre Druck auf das Labyrinth-Manometer und das runde Fenster gleichzeitig wirkt, so werden die Bewegungen im Labyrinth-Manometer, welche durch Ein- und Auswärtstreten der Steigbügelfussplatte zu Stande kommen, um so grösser ausfallen, je weniger die Membran des runden Fensters nach der Paukenhöhle hin ausweichen kann, sie werden also bei Ansammlung von Flüssigkeit am Boden der Pauke, deren Spiegel über der Höhe des runden Fenster steht, grösser sein als nach deren Entfernung.

Eine Vergrösserung der Amplitude wäre schliesslich möglich durch den Ausfall des Ligamentum mallei sup., welches öfters gleichzeitig mit dem Tegmen tymp. entfernt wurde. In zwei Fällen, wo dies absichtlich geschah, nachdem vorher die Bewegung bei erhaltenem Ligament und geöffneter Paukenhöhle gemessen war, ergab sich darnach allerdings kein Unterschied, woraus wir jedoch nicht folgern dürfen, dass dieses Band immer auf das Bewegungsmaximum ohne Einfluss ist.

Aus den oben angeführten Gründen können die bei geschlossener Paukenhöhle gefundenen Werthe keinen Anspruch auf unbedingte Giltigkeit machen. Gleichwohl hielt ich die Mittheilung einer grösseren Anzahl derselben schon deshalb nicht für interesselos, weil ja die gleichen

Verhältnisse, welche die Versuche an der Leiche kompliziren, auch am Lebenden häufig genug vorhanden sind.

Aus der Vergleichung der in der Uebersichtstabelle zusammengestellten Messungsresultate ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

I. Die Bewegungen des gesammten Leitungsapparates bei Luftdruckschwankungen im Gehörgang.

a) Bei geschlossener Paukenhöhle.

(Kolumne 1 der Uebersichtstabelle cf. S. 16.)

Mit Ausschluss der pathologisch veränderten und drei kindlicher Schläfenbeine, welche letzteren in der Tabelle aufgeführt sind, kamen für diese Durchschnittsberechnung 37 Schläfenbeine zur Verwendung. Nachdem das mit Karminlösung gefüllte Röhrchen in der beschriebenen Weise in den Canal. semic. sup. eingesetzt war, wurden an einem in halbe Millimeter getheilten Maasse[1]) zunächst die grössten Bewegungen bestimmt, welche in dem Manometerchen durch Luftverdichtung und Verdünnung vom Gehörgang aus hervorzubringen waren. *Die ganze Bewegungsamplitude, positive und negative Phase zusammengenommen, berechnete sich im Mittel aus diesen 37 Schläfebeinen auf 3,64 (d. i. 1,82 mm).* Betrachten wir die durch Luftverdichtung und Verdünnung erzeugten Bewegungen gesondert, *so gehört von dieser Zahl 1,16 der Aufwärtsbewegung und 2,48 der Abwärtsbewegung der Manometer-Flüssigkeit aus der Ruhelage an.* Die Bewegungsfähigkeit des Leitungsapparates im Ganzen nach auswärts ist diesem Ergebniss zu Folge bei intakter Paukenhöhle mehr als doppelt so gross, als diejenige nach einwärts. Das Inkursionsmaximum war durchschnittlich bei einem positiven Luftdruck von 9 mm, das Exkursionsmaximum bei einem negativen Druck von $12^1/_2$ mm Quecksilberhöhe erreicht. Eine weitere Steigerung des positiven oder negativen Druckes im Gehörgang erzielte keine Steigerung der Bewegung im Labyrinth-Manometer. Nur zweimal (Schläfenbein Nr. IV und XXXIV) fand sich die Exkursion des Leitungsapparates um $^1/_4$ kleiner als die Inkursion. Nach der Anwendung der Luftdouche und Eröffnung der Paukenhöhle kehrte sich jedoch auch in diesen Fällen das Verhältniss um. In allen übrigen Präparaten war die Exkursionsfähigkeit sowohl bei geschlossener als bei geöffneter Paukenhöhle eine grössere als die Inkursionsfähigkeit.

Die geringste Bewegung, welche zweimal gefunden wurde, betrug $1^3/_4$ ($^1/_2$ positiv und $1^1/_4$ negativ). In dem einen Fall (Nr.

---

1) Um die Bruchtheile direkt so wiederzugeben, wie sie abgelesen wurden, sind die sämmtlichen Maasse der Tabelle in halben Millimetern ausgedrückt.

Uebersichtstabelle über

(Sämmtliche Zahlen beziehen

Schläfenbein	Alter	Bewegungen im Labyrinthmanometer								Bewegungen des Manometers über dem isolirten runden Fenster	
		bei Luftdruckschwankungen im Gehörgang				bei Luftdruckschwankungen in der Tuba					
		1		2		3		4		5	
		geschlossene Paukenöhle		geöffnete Paukenhöhle		intakte Paukenhöhle		nach Durchtrennung des Ambossteigbügelgelenks			
Nummer		positiv	negativ	positiv	nogativ	positiv	negativ	positiv	nogativ	positiv	negativ
I	28	1½	2½	½	1½	—	—	—	—	—	—
II	43	2	3	Spur	1	—	—	—	—	—	—
III	20	1	1¾	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	44	1½	1¼	¾	1¼	—	—	—	—	—	—
V	24	Spur	2½	¼	2¼	—	—	—	—	—	—
VI	24	½	2½	—	1¼	—	—	—	—	—	—
VII	22	⅔	3	¼	2	—	—	—	—	—	—
VIII	22	2	3	½	1¼	—	—	—	—	—	—
IX	40	¾	2¼	—	¾	—	—	—	—	—	—
X	48	1	2	¾	2	—	—	—	—	—	—
XI	37	⅓	4	⅓	1¾	(6½	3)	—	—	—	—
XII	22	1½	3½	⅓	5	9	6	—	—	9	7
XIII	37	1	2½	—	—	6	14	—	—	—	—
XIV	37	1½	2¾	1¼	1¾	(8½	3½)	—	—	8	8
XV	20	1⅔	2	1	2½	—	—	—	—	—	—
XVI	44	½	1¼	½	1¼	—	—	—	—	—	—
XVII	22	1½	2½	—	—	—	—	—	—	—	—
XVIII	18	1	1¾	⅔	1	—	—	—	—	—	—
XIX	53	1	2	½	⅔	7½	8½	—	—	—	—
XX	25	1½	2¾	1¼	2¾	—	—	—	—	—	—
XXI	47	⅔	1½	⅓	1¼	6	6	—	—	—	—
XXII	23	1	3	1	3	—	—	—	—	—	—
XXIII	18	1½	2¼	1½	2	8	6	—	—	9	6
XXIV	34	1¼	2¾	1½	2½	8	9	—	—	—	—
XXV	22	¾	1⅓	¾	1⅓	7	6	—	—	7	6
XXVI	26	1¼	2⅓	1¼	1¾	5	6	—	—	7	6
XXVII	24	½	1¼	—	—	(2	6)	—	—	—	—
XXVIII	19	⅓	2	½	2	8	9	—	—	—	—
XXIX	28	1½	5	1½	5	6	6	12	11	—	—
XXX	45	¾	1¾	¼	1¼	5½	5½	8	6	—	—
XXXI	44	3	4	1¼	2¼	14	9	17	9	—	—
XXXII	29	¾	3	½	1½	6	6	13	9	—	—
XXXIII	29	1¼	2	½	1½	5	5	8	6	—	—
XXXIV	40	2¾	2½	⅔	¾	12	11	—	—	—	—
XXXV	19	¾	1½	⅓	1	6	6	9	6	—	—
XXXVI	24	1¼	3½	1¼	3⅓	9	9	8	12	—	—
XXXVII	29	1¼	3½	½	1¾	9	12	11	16	—	—
										Kindliche	
XXXVIII	2½	(2½	4½	2	4½)	8	8	—	—	—	—
XXXIX	2½	(5	8	1	2)	8	10	11	14	—	—
XL	4	(2	4½	½	1¾)	6	6	8	8	—	—
Durchschnitts-Werthe		1,16	2,48	0,66	1,88	7,48	7,80	10,50	9,70	8,00	6,60
		3,64		2,54		15,28		20,20		14,60	

die Bewegungsmaxima.

sich auf halbe Millimeter).

Bewegungen des Manometers über dem isolirten ovalen Fenster				Bewegungen eines Fühlhebels von 10 cm bei Luftdruckschwankungen im Gehörgang											
vor Durchtrennung der Sehne des Stapedius		nach Durchtrennung der Sehne des Stapedius		8		9		10		11					
				Fühlhebel auf dem Hammerkopf bei intaktem Leitungsapparat		Fühlhebel auf dem Amboskörper bei intaktem Leitungsapparat		Fühlhebel auf dem Hammerkopf							
6		7						nach Durchschneidung des Ambossteigbügelgelenks		nach Durchschneidung der Sehne des Tens. tymp.					
positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	4½	6	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	(10	16)	3	6	—	—	—	—				
—	—	—	—	(10	18)	3½	10	—	—	—	—				
—	—	—	—	(8	18)	2	5	—	—	—	—				
—	—	—	—	(8	15)	3	6	—	—	—	—				
—	—	—	—	9	24	4	13	—	—	—	—				
—	—	—	—	10	26	7	9	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
2½	2¼	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	14	28	—	—	16	38	18	66				
4	3½	5½	5	10	28	—	—	14	30	14	38				
1	1	1¾	2¼	8	22	—	—	14	28	14	62				
—	—	—	—	12	26	—	—	16	30	18	60				
1	⅔	2	2	12	32	—	—	12	34	14	48				
1	1½	3½	4	14	30	—	—	14	38	14	64				
1½	2½	4	5	8	24	—	—	(8	46	8	30)				
Schläfenbeine.															
1⅔	1½	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—				
3	2	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	1¾	2	—	—	—	—	—	—	—	—				
1,96	1,85	3,44	3,91	11,78	26,78	3,75	8,16	14,32	33,00	15,34	48,28				
3,81		7,35		38,56		11,91		47,32		63,62					

XXVII) war der A. cochleae nach beiden Richtungen hin offen, im andern (Nr. XVI) gehörte das Schläfenbein einem 44jährigen Manne an.

Die grösste Zahl für die Summe der In- und Exkursion, welche an Schläfenbeinen Erwachsener zu erreichen war (Fall XXXI) betrug 7 (3 positiv und 4 negativ).

Es erschien von Interesse, nicht nur die Grenzen der maximalen Hin- und Herbewegungen festzustellen, welche sich vom Gehörgang aus erzeugen lassen, sondern ihr Verhältniss auch bei geringem auf das Trommelfell einwirkenden Druck und bei successivem Steigen desselben zu beobachten.

Schon durch leichtes Blasen oder eine Saugbewegung in nächster Nähe des Verbindungsschlauches zwischen Gehörgang und Mund ist man im Stande, eine In- und Exkursion von $^1/_4$—1 hervorzurufen. Die Konsonanten, welche durch eine stärkere kontinuirliche oder explosive Exspiration hervorgebracht werden, P, W, F, T, K, H, auch R in nächster Nähe der Schlauchöffnung ausgesprochen, erzeugen ebenfalls eine positive Schwankung von $^1/_4$—1, in den Schlauch hineingesprochene Vokale bringen dagegen keine sichtbare Bewegung hervor.

Auch bei schwacher Luftverdichtung und Verdünnung ($^1/_2$ bis $2^1/_2$ mm im Respirations-Manometer) trat in der Regel bereits ein deutlicher Unterschied zwischen der positiven und negativen Phase der Bewegung zu Gunsten der letzteren hervor.

Je mehr wir uns dem Bewegungsmaximum nähern, um so geringer ist verhältnissmässig die Vergrösserung der Bewegung im Labyrinth-Manometer, welche eine weitere Steigerung des Luftdruckes im Gehörgang hervorbringt, die Exkursionen im Labyrinth-Manometer nehmen immer langsamer zu, bis schliesslich ein Maximum erreicht wird, welches durch stärkeren Druck nicht mehr zu vergrössern ist.

b) Bei geöffneter Paukenhöhle.

(Kolumne 2 der Uebersichtstabelle.)

Ueber die von der Leitungskette allein ausführbaren Bewegungen erhalten wir zuverlässigeren Aufschluss, wenn wir den Einfluss des Luftdruckes in der Paukenhöhle auf das runde Fenster ausschliessen, indem wir das Tegmen tymp. entfernen. Das in der gleichen Weise ausgeführte Experiment ergibt jetzt in der grossen Mehrzahl der Fälle ziemlich bedeutend kleinere Werthe, als vorher bei uneröffneter Paukenhöhle gefunden wurden. *Die Summe der positiven und negativen Bewegungsmaxima betrug im Durchschnitt nur mehr 2,54, und zwar die Einwärtsbewegung 0,66, die Auswärtsbewegung 1,88.* Es hat sich also nach der Eröffnung der Paukenhöhle die Bewegungs-

amplitude nicht nur im Ganzen um 1,1 verkleinert, sondern es ist auch das Verhältniss zwischen der auf- und abwärtssteigenden Bewegung im Labyrinth-Manometer ein anderes geworden. Während vor der Eröffnung im Durchschnitt die Aufwärtsbewegung aus der Ruhelage zur Abwärtsbewegung sich verhielt wie 1 : 2,14, ist das Verhältniss bei offener Pauke wie 1 : 2,85. Eine Veränderung dieses Verhältnisses zu Gunsten der Exkursion war auch manchmal bei geschlossener Pauke einfach dadurch zu erzielen, dass zwischen die Versuche vom Gehörgange eine Luftdouche per tubam eingeschaltet wurde, worauf bei meist gleichbleibendem Werthe der Bewegungsamplitude im Ganzen die Exkursionsweite zu- und die Inkursionsweite abnahm. Es wird also die Ruhelage des Leitungsapparates sehr leicht in der Weise beeinflusst, dass sich seine Bewegungsfähigkeit nach aussen auf Kosten derjenigen nach innen noch vergrössert.

Der Luftdruck, welcher im Gehörgang einwirken muss, um bei offener Paukenhöhle das Bewegungsmaximum zu erreichen, war ungefähr der gleiche wie bei uneröffneter Pauke, er betrug für den positiven Theil desselben 9, für den negativen $13\,^1/_2$ mm Quecksilberhöhe im Respirations-Manometer.

Als kleinste Bewegung (Fall IX) wurde gefunden positiv 0, negativ $^3/_4$, als grösste (Fall XXIX) positiv $1\,^1/_2$, negativ 5.

In sämmtlichen Fällen zeigte sich die Inkursion kleiner als die Exkursion, und zwar trat dieses Verhältniss ebenso wie bei geschlossener Pauke nicht bloss bei stärkerem, sondern auch bei schwachem Luftdruck hervor.

Eine auffällige Erscheinung, welche ziemlich häufig sowohl vor als nach Eröffnung des Paukenhöhlendaches während der Luftdruckschwankungen im Gehörgang beobachtet wurde, verdient noch einer Erwähnung. Es kehrte in diesen Fällen sowohl bei positivem als negativem Druck vom Gehörgang aus die Flüssigkeit im Labyrinth-Manometer nicht auf ihre ursprüngliche Ruhelage zurück, sondern machte noch eine kleine Exkursion von $^1/_4$—1 über dieselbe hinaus, um dann erst stehen zu bleiben. Da nicht nur bei der negativen Bewegung ein weiteres Steigen, sondern auch bei der positiven ein weiteres Sinken stattfand, so konnte diese nachträgliche Bewegung nicht von der Attraktion im dünnen Kapillarröhrchen abhängen, sondern musste wohl vom Leitungsapparat selbst übertragen sein.

Von Interesse wäre es auch, den Einfluss des Alters auf die Beweglichkeit des Leitungsapparates festzustellen. Da zu unseren Untersuchungen meist jugendliche Individuen gewählt wurden, so lässt sich in dieser Richtung aus denselben kein sicherer Schluss ziehen. Doch scheinen die Ergebnisse, welche an den zehn zwischen 40 und 53 Jahre

alten Personen gewonnen wurden, dafür zu sprechen, dass im Alter eine allmähliche Abnahme der Bewegungsamplitude stattfindet. Dieselbe berechnete sich nämlich im Durchschnitt aus diesen zehn Fällen bei offener Paukenhöhle nur auf 1,74 (0,50 positiv und 1,24 negativ), während diejenige der allerdings nur drei kindlichen Schläfenbeine, welche zur Messung kamen, 3,91 (1,16 positiv und 2,75 negativ) betrug.

Im Vorstehenden besitzen wir die Maasse, um nach dem Vorgange von Helmholtz die mittlere Exkursion der Steigbügelfussplatte selbst zu berechnen, welche dieselbe unter den maximalen In- und Exkursionen des Leitungsapparates auszuführen im Stande ist. Die Höhe des im Labyrinth-Manometer mit einem inneren Querschnitt von 0,09 qmm stattfindenden Hin- und Herganges fanden wir 2,54 oder 1,27 mm. Wenn wir also mit Helmholtz den Durchmesser der Steigbügelfussplatte zu 2,827 qmm annehmen, so erhalten wir, da sich die Grösse der Fussplatte und der Querschnitt des Röhrchens umgekehrt verhalten wie die an beiden Stellen zu Stande kommenden Bewegungsgrössen, als Mittelwerth für die Summe der maximalen Ein- und Auswärtsbewegung der Steigbügelfussplatte in Verbindung mit dem übrigen Leitungsapparat $^1/_{25}$ mm. Helmholtz hat, wie oben erwähnt, an einem in der gleichen Weise untersuchten Präparate diesen Werth zu $^1/_{14}$ mm bestimmt, äusserte jedoch selbst den Wunsch, dass ähnliche Messungen an einer grösseren Anzahl frischer Gehörorgane ausgeführt werden möchten.

II. Die Bewegungen von Hammer und Ambos bei Luftdruckschwankungen im Gehörgang und intaktem Leitungsapparate.

a) Hammer.

(Kolumne 8 der Uebersichtstabelle.)

Die Hin- und Herbewegungen des Hammers wurden 13 mal mittelst eines auf den Hammerkopf aufgekitteten feinen Glasfadens von 10 cm Länge gemessen. Für die Durchschnittsberechnung wurden jedoch nur die letzten neun verwendet, weil sich im Verlauf der Untersuchung herausstellte, dass meist ein stärkerer positiver und insbesondere negativer Luftdruck im Gehörgang nothwendig ist, um das Bewegungsmaximum des Hammers zu erreichen, als für die Bewegungen im Labyrinth-Manometer sich ergeben hatte und Anfangs auch für diese Versuche zur Verwendung gekommen war.

Als durchschnittliches Maximum der Hin- und Herbewegung des Fühlhebels fand sich 38,56, wovon 11,78 auf den positiven und 26,78 auf den negativen Theil entfielen. *Das Verhältniss der Inkursion zur Exkursion ergiebt sich demnach wie 1 : 2,27.*

Nehmen wir mit Helmholtz die Entfernung des Hammerkopf-

scheitels von der Achse des Hammers zu 4 und die Entfernung der Spitze des Handgriffes von derselben zu $4\,^1/_2$ mm an, so erhalten wir als wirkliches Bewegungsmaximum für die Spitze des Hammerhandgriffes in ganzen Millimetern ausgedrückt 0,76 mm, und zwar 0,23 Inkursions- und 0,53 Exkursionsmaximum.

b) Ambos.

(Kolumne 9 der Uebersichtstabelle.)

Der ebenfalls 10 cm lange Fühlhebel wurde auf der Höhe des Amboskörpers direkt hinter der durch das Gelenk gebildeten oberen Grenzlinie zwischen Hammer und Ambos angekittet, da dieser Punkt in der direkten Fortsetzung der Richtung des langen Ambosschenkels liegt. Bei der Fixation des Fühlhebels, welche mittelst eines kleinen am Ende des Glasfadens hängenden Siegellacktröpfchens und einer glühenden Nadel leicht von Statten geht, ist besonders darauf zu achten, dass der Fühlhebel auf dem Hammer in der Richtung des Hammergriffs und derjenige auf dem Amboskörper in der Verlängerung des langen Amboschenkels angebracht wird. Es wäre dies allerdings sicherer zu erreichen, wenn die Fühlhebel vom unteren Ende des Hammergriffes und langen Ambosschenkels nach abwärts verliefen, da aber durch eine Eröffnung der Paukenhöhle von unten die Präparate für eine weitere Fortsetzung der Untersuchung unbrauchbar geworden wären, so musste ich die Fixation am oberen Ende wählen.

Als durchschnittliches Bewegungsmaximum für den Fühlhebel auf dem Amboskörper fand sich 11,91, davon treffen 3,75 auf den positiven und 8,16 auf den negativen Theil, so dass sich das Verhältniss zwischen Ein- und Auswärtsbewegung des Ambos nahezu gleich herausstellt, wie das am Hammer gefundene, nämlich beim ersteren 1 : 2,18, beim letzteren 1 : 2,27.

Die vom Hammer auf den Ambos übertragene Bewegung beträgt nach diesen Fühlhebelversuchen etwas weniger als ein Drittel des vom Hammer selbst ausgeführten Hin- und Herganges. Es erklärt sich dies theilweise, wenn wir berücksichtigen, dass die Spitze des kurzen Ambosfortsatzes während der Bewegung als relativ fester Punkt zu betrachten ist, von welchem die Fixationsstelle des Fühlhebels am Hammerkopf weiter entfernt liegt, als diejenige auf dem Amboskörper. Eine weitere Verkleinerung ist wahrscheinlich abhängig von einer geringen Verschiebung im Hammerambosgelenk bei den maximalen Exkursionen an der Leiche.

Die Entfernung des höchsten Punktes vom Ambos, wo der Fühlhebel aufgesetzt war, bis zu seiner Drehungsachse, also einer zwischen der Spitze seines kurzen Fortsatzes und dem Processus Folianus mall.

befindlichen Linie beträgt 3 1/2 und die Entfernung des unteren Endes des langen Ambosfortsatzes von dieser Achse 4 mm. Berechnen wir aus den gefundenen Fühlhebelexkursionen die an der Spitze des langen Fortsatzes resultirende Bewegung, so erhalten wir als Maximalwerth für die Summe der Hin- und Herbewegung des Ambossteigbügelgelenkes 0,21 mm, welche sich auf die positive und negative Phase annähernd mit 0,07 und 0,14 vertheilen.

Die Bewegung des Ambossteigbügelgelenks wurde auch direkt gemessen, indem ein 15 cm langer Glasfaden in die Paukenhöhle so hineingestellt wurde, dass er sich an das Ambossteigbügelgelenk anlehnte. Einmal wurde der Fühlhebel auf die untere Wand der Paukenhöhle aufgesetzt und lehnte von hinten am Ambossteigbügelgelenk. Das zweite Mal stand er mit seinem unteren Ende auf der hinteren Paukenhöhlenwand, und zwar im Sinus tympani (Steinbrügge), und lehnte dem Gelenk von unten an. Die Versuche ergaben für die Bewegungen des Gelenkes folgende maximalen Werthe:

	positiv	negativ	Summe
Fühlhebel von hinten an das Gelenk angelehnt	1/2 vorwärts einwärts	2 rückwärts auswärts	2 1/2
Fühlhebel von unten an das Gelenk angelehnt	1 1/2 aufwärts	5 abwärts	6 1/2

Da im ersten Falle des Gelenk von der unteren Paukenhöhlenwand 5 mm entfernt war, so betrug die wirkliche Bewegung des Gelenkes nach vor- und rückwärts im Ganzen 0,04 mm.

Im zweiten Fall, wo die hintere Wand des gerade in diesem Fall sehr stark entwickelten Sinus tympani 9 1/2 mm vom Gelenk entfernt war, ergibt sich für die Summe der Auf- und Abwärtsbewegung des Gelenkes 0,2 mm also nahezu der gleiche Werth als derjenige, den wir durch Aufsetzen des Fühlhebels auf den Amboskörper fanden.

III. Versuche über den Einfluss der Binnenmuskeln auf die Bewegungen des Leitungsapparates.

a) Musc. tensor tympani.

Im Labyrinth-Manometer trat nach der Durchschneidung der Sehne des Tensor tymp. regelmässig eine Vergrösserung der Bewegung ein,

wenn wir sie mit dem Maximum vergleichen, welches vor Durchschneidung der Sehne bei offener Pauke vom Gehörgang aus erzielt wurde. Diese Vergrösserung beschränkt sich fast ausschliesslich auf die Auswärtsbewegung des Apparates. Die Einwärtsbewegung war unter 7 Fällen nur in einem einzigen von $^1/_2$ auf $^2/_3$ gestiegen, in allen übrigen war sie gleich geblieben, dagegen zeigte die Auswärtsbewegung in allen Fällen eine Vergrösserung und zwar zweimal um $^1/_4$, einmal um $^1/_3$, $^1/_2$, $^3/_4$, 1 und 2. (Diese Versuche sind in der Uebersichtstabelle nicht aufgeführt).

Wir müssen in Folge dessen annehmen, dass auch nach Ausfall des Zugs der Tenorsehne die übrige Befestigung der Leitungskette in der Paukenhöhle bereits hinreicht, um dieselbe in ihrer Ruhelage relativ zum Inkursionsmaximum zu erhalten. Dagegen beschränkt dieser Muskel auch noch an der Leiche die Exkursionsfähigkeit und schützt also das Trommelfell mitsammt dem ganzen Leitungsapparate vor stärkerem Auswärtstreten.

Es wurde nicht nur der Einfluss dieses Muskels auf die Steigbügelfussplatte mittelst des Labyrinth-Manometers, sondern auch seine direkte Wirkung auf den Hammer mit Hülfe des Fühlhebels geprüft (vergl. Uebersichtstabelle, Kolumne 11). Die hier gegebenen Zahlen sind jedoch für die Beurtheilung der Bewegung des Apparates in unversehrtem Zustande nicht unbedingt verwerthbar, weil in Fall XXXI bis XXXVI vorher die Verbindung im Ambossteigbügelgelenk gelöst, oder der Ambos überhaupt vorher entfernt war und im letzteren Falle meist eine mehr oder minder bedeutende Zerrung des Bandapparates am Hammer stattgefunden hatte. Trotzdem zeigt sich auch hier die Einwärtsbewegung nur wenig, die Auswärtsbewegung dagegen sehr beträchtlich gesteigert. Im Fall XXXVII, wo die Sehne durchschnitten wurde, ehe die Trennung im Ambossteigbügelgelenk stattfand, blieb die positive Bewegung von der Durchschneidung der Sehne vollständig unbeeinflusst, ebenso im Fall XXXVI trotzdem hier die Durchschneidung des Ambossteigbügelgelenkes vorausgegangen war.

Die Durchtrennung dieses Gelenkes (Kolumne 12) giebt uns Aufschluss darüber, wie die Bewegungsfähigkeit von Trommelfell, Hammer und Ambos allein sich verhält, wenn sie durch die geringe Beweglichkeit des Steigbügels nicht gehemmt ist. Im Fall XXXI—XXXIV wurde der Ambos gänzlich entfernt, um auch die Behinderung am Steigbügelköpfchen bei der Einwärtsbewegung zu beseitigen. Die In- und Exkursion am Fühlhebel des Hammers, welche vorher im Mittel bei diesen vier Schläfebeinen 11 und 26 war, betrug jetzt 15 und 32,5. Es zeigte sich also jetzt die Inkursion um 4, die Exkursion um 6,5 vergrössert. Wurde nun noch die Sehne des Tensor tymp. durchschnitten, so stieg die Inkursion des jetzt vollständig ungehemmten

Hammers nur mehr von 15 auf 16, seine Exkursion dagegen von 32,5 auf 56,5. Diese Zahlen haben allerdings nur einen bedingten Werth wegen der am Hammer stattgefundenen Zerrung.

Unter den Fällen XXXV—XXXVII, wo nur das Ambossteigbügelgelenk getrennt und der Ambos an seinem Orte gelassen wurde, zeigte sich nach der Trennung die Inkursion in keinem einzigen vergrössert, während die Exkursion regelmässig eine mehr oder minder starke Zunahme erfuhr. Auch die nachfolgende Durchschneidung der Tensorsehne hatte in diesen Fällen für die Inkursion nur einmal eine Steigerung von 12 auf 14 zur Folge, die Exkursion fand sich dagegen jetzt sehr bedeutend vergrössert. Im Fall XXXVII wurde zuerst die Tensorsehne und dann erst das Steigbügelgelenk durchschnitten, die Inkursion veränderte sich nach beiden Prozeduren gar nicht, die Exkursion nahm dagegen nach Trennung der Sehne von 24 auf 30 und nach Trennung des Gelenkes noch weiter auf 46 zu. Wir sehen aus diesen Zahlenergebnissen, dass das Trommelfell mit dem Hammer nicht nur nach Ausschaltung des Tensorzugs, sondern auch noch nach Unterbrechung der Leitungskette nahezu oder ganz seine ursprüngliche Stellung beibehält. Die Erhaltung in derselben kann in diesem Falle nur mehr durch den von Helmholtz eingehend beschriebenen Bandapparat des Hammers in der Umgebung seines Achsenbandes geschehen.

Tensor sowohl wie Steigbügel hemmen die Auswärtsbewegung. Wird die Sehne des ersteren durchschnitten, so findet bei der Exkursion am Steigbügel eine Zerrung statt, deren Grösse wir beurtheilen können aus der Vermehrung, welche die Beweglichkeit des Fühlhebels auf dem Hammer bei nachträglicher Durchtrennung des Ambossteigbügelgelenkes erfährt. Der Tensor ist demgemäss als ein wirksamer Schutzapparat für das Gelenk und das Ringband des Steigbügels zu betrachten.

In 4 Fällen wurde der M. tensor tymp. mit einem Faden angebunden und ein Zug an demselben ausgeübt; während desselben stieg das Labyrinth-Manometer in einem Falle gar nicht, in den übrigen einmal um eine Spur, einmal $^1/_4$ und einmal $^1/_2$.

Wurde bei gleichzeitigem Zug am Muskel die Luft im Gehörgang verdichtet und verdünnt, so verminderte sich die Bewegung im Labyrinth-Manometer

einmal von $+\ ^1/_2$ und $-\ 1\,^1/_4$
auf $+\ ^1/_3$ und $-\ 1$,
einmal von $+\ 0$ und $-\ ^3/_4$
auf $+\ 0$ und $-\ ^1/_3$,
einmal von $+\ ^1/_4$ und $-\ 1$
auf $+\ 0$ und $-\ ^1/_2$.

b) M. stapedius.

Im Gegensatz zur Wirkung der Tensorausscheidung ergab sich in drei Fällen von Durchschneidung der Sehne des M. stapedius jedesmal eine Steigerung der Inkursionsfähigkeit um $^1/_4$ im Labyrinth-Manometer; die Exkursionsfähigkeit vergrösserte sich einmal um $^1/_2$, einmal um $^1/_4$ und einmal gar nicht. Das Erstere erklärt sich aus der Zugrichtung der Sehne von hinten medial-, nach vorne lateralwärts, welche nothwendigerweise auch im Ruhezustand bei ihrer straffen Spannung der Einwärtsbewegung des vorderen Theiles der Steigbügelfussplatte ein Hinderniss entgegensetzt. Da sie in Folge dieser Zugrichtung gleichzeitig das hintere Ende derselben labyrinthwärts drängt, so kann die Ausschaltung ihres Zuges auch eine Vermehrung der Exkursionsfähigkeit zur Folge haben. Wir werden übrigens die Wirkung dieses Muskels bei den manometrischen Untersuchungen des isolirten ovalen Fensters noch genauer kennen lernen.

IV. Die Bewegungen des Leitungsapparates bei Luftverdichtung und Verdünnung im Mittelohr durch die Tuba.

a) Bei erhaltenem Ambossteigbügelgelenk.

(Kolumne 3 der Uebersichtstabelle.)

Die Luftdruckschwankungen in den Mittelohrräumen von der Tuba aus wurden theils ebenfalls mittelst Ex- und Inspirationsbewegungen durch den Mund hervorgebracht, wobei in der Regel ein stärkerer positiver und negativer Respirationsdruck nothwendig wurde als vom Gehörgang, um das Bewegungsmaximum im Labyrinth-Manometer zu erreichen, theils reichte der positive Respirationsdruck überhaupt nicht aus, um den Widerstand in der Tuba zu überwinden, so dass ein kleiner Kautschukballon als Kompressionsapparat zur Verwendung kommen musste. Es schwankte nämlich der positive und negative Luftdruck, welcher sich zur Erreichung des Bewegungsmaximums nothwendig zeigte, hier zwischen 15 und 90 mm Quecksilberhöhe.

Die Bewegungen, welche auf diesem Wege im Labyrinth-Manometer erzeugt werden konnten, fand ich durchschnittlich noch grösser im Verhältniss zu den vom Gehörgang aus gewonnenen als Politzer, der sie dreimal so gross angibt. In der Regel erzeugte, wie bei den Politzer'schen Versuchen, die Luftverdichtung im Mittelohr eine positive, die Luftverdünnung eine negative Schwankung im Labyrinth-Manometer. Eine kleinere Anzahl von Fällen, bei welchen sich wenigstens für die Luftverdichtung das Gegentheil, nämlich eine kleine negative Bewegung ergab, soll weiter unten besprochen werden.

Für die Durchschnittszahlen wurden nur diejenigen Fälle benützt, bei welchen sowohl die Luftverdünnung als Verdichtung ungehindert von Statten ging; die letztere wurde öfters durch die so häufige Ansammlung von zähem Schleim in der Tuba beeinträchtigt. Die betreffenden Zahlen sind in der Uebersichtstabelle in Klammern eingeschlossen. Einmal entstand, während bei Luftkompression das Labyrinth-Manometer auf $9^1/_2$ stieg, plötzlich eine Perforation des Trommelfells.

Die 21 Fälle, welche zur Durchschnittsberechnung verwerthet werden konnten, *zeigten im Mittel ein Bewegungsmaximum von 15,28 im Labyrinth-Manometer, und zwar entfiel davon auf die Luftverdichtung 7,48 und auf die Luftverdünnung 7,80.* Werthe, welche jedenfalls eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sind, weil die Druck- und Saugbewegungen bei luftdicht eingesetzter Kanüle immer mit Vorsicht gemacht wurden, um das Präparat nicht für die weiteren Versuche zu ruiniren.

Ein bestimmtes Verhältniss zwischen positivem und negativem Druck liess sich hier mit Sicherheit nicht nachweisen, indem bald der positive, bald der negative Druck im Labyrinth-Manometer eine grössere Bewegung veranlasste.

Was die oben erwähnten Fälle betrifft, bei welchen die Luftkompression von der Tuba aus eine negative Schwankung im Labyrinth-Manometer hervorbrachte, so wurde fünfmal eine solche von $^1/_4$—$^1/_2$ beobachtet, schlug indess bei Steigerung des Luftdruckes meist plötzlich in eine grössere positive Bewegung um. Luftverdünnung erzeugte in allen Fällen eine negative Schwankung. Eine Erklärung für diese Ausnahmeerscheinung fand sich nach Entfernung des Tegmen tymp. Die negative Schwankung bei positivem Druck zeigte sich nämlich in diesen Fällen auch noch nach Eröffnung der Paukenhöhle und es liess sich nun konstatiren, dass eine fortlaufende Schleimhautfalte sowohl zwischen der Sehne des Tensor tymp. und der Aussenwand der Paukenhöhle, als auch zwischen dem kurzen Ambosschenkel und der äusseren Paukenwand vorhanden war und dass sich insbesondere die letztere Schleimhautbrücke bei jeder Lufteinblasung durch die Tuba deutlich konvex nach oben vorwölbte, wobei gleichzeitig der Körper des Hammers und Amboss etwas nach innen trat. Indem sich also in diesen Fällen der durch die Tuba eingeleitete Luftstrom unter dieser Schleimhautfalte wie unter einem Schirmdach fing, drängte er den oberen Theil des Hammers und Ambos nach innen und damit das Trommelfell mitsammt der ganzen Kette nach aussen.

b) Nach Durchtrennung des Ambossteigbügelgelenkes.

(Kolumne 4 der Uebersichtstabelle.)

Die Bewegungen im Labyrinth-Manometer zeigten sich jetzt, nachdem die Verbindungskette zwischen Trommelfell und Steigbügel unterbrochen war, vergrössert, entsprechend den Untersuchungen Politzer's.

Die ganze Bewegungsgrösse war durchschnittlich von 15,28 auf 20,20 gestiegen, und zwar zeigte sich der positive Theil um 3,02, der negative um 1,90 vergrössert.

V. Die Bewegungen der aus ihrer Verbindung mit dem Leitungsapparat getrennten Fenstermembranen im runden und ovalen Fenster.

a) Isolirtes rundes Fenster.

(Kolumne 5 der Uebersichtstabelle.)

In den folgenden Versuchen bedeutet Inkursion ebenso für das runde wie für das ovale Fenster die labyrinthwärts, und Exkursion die nach der Paukenhöhlenseite gerichtete Bewegung.

Das in der Eingangs beschriebenen Weise isolirte und für den Versuch präparirte runde Fenster wurde an 5 Präparaten untersucht. *Das In- und Exkursionsmaximum* dieser 5 Fälle, welches in der gleichen Weise wie bei den bisherigen Versuchen an dem auf der Labyrinthseite in Wachs eingekitteten Manometer abgelesen wurde, *berechnet sich im Durchschnitte auf 14,60, wovon 8,00 auf die Einwärts- und 6,60 auf die Auswärtsbewegung fällt.*

Bemerkenswerth ist es, mit welcher Leichtigkeit die Membrana tymp. sec. durch die kleinsten Luftdruckschwankungen hin- und her bewegt werden kann. Wie wir am Anfang unserer Versuche gesehen haben, dass ganz leichte Luftdruckdifferenzen genügen, um den gesammten Leitungsapparat mit der Wassersäule im Labyrinth in sichtbare Bewegungen zu versetzen, so reicht auch hier ein leichtes Blasen oder Saugen, oder das Aussprechen der oben angeführten Konsonanten in nächster Nähe des Schlauches aus, um deutliche positive und negative Lokomotionen an der Membran des runden Fensters zu erzeugen, welche Schwankungen im Manometer bis zu $^1/_2$ und darüber bedingen.

Um dagegen das Bewegungsmaximum für die In- und Exkursion der Membr. tymp. sec. zu erreichen, ist ungefähr der gleiche positive und negative Luftdruck nothwendig, als wir bei der Bewegung des Leitungsapparates von der Tuba aus anzuwenden hatten.

Wenn wir in den einzelnen Fällen die für das runde Fenster gefundenen Bewegungsmaxima mit denjenigen, welche bei Luftdruckschwankungen von der Tuba aus und intakter Paukenhöhle im Labyrinth-

wasser aufgetreten waren, also Kolumne 5 und Kolumne 3 mit einander vergleichen, so ergiebt sich die wichtige Thatsache, dass sowohl diese Bewegungsmaxima selbst als ihr positiver und negativer Theil in den einzelnen Beobachtungen eine ziemlich nahe gegenseitige Uebereinstimmung zeigen und sich nur dadurch in einem Theil der Fälle unterscheiden, dass die Werthe am isolirten runden Fenster etwas grösser ausgefallen sind. Da in den beiden Untersuchungsreihen annähernd der gleiche Luftdruck zur Anwendung kam, so können wir aus dieser Uebereinstimmung der Zahlen den Schluss ziehen, dass die Bewegungen des Labyrinthwassers, welche bei Luftdruckschwankungen erfolgen, die in den Mittelohrräumen direkt erzeugt werden, ziemlich ausschliesslich auf Rechnung der In- und Exkursionen der Membrana tymp. sec. kommen, und dass der Druck, welcher hierbei gleichzeitig auf Trommelfell und Fussplatte des Steigbügels einwirkt, sich nahezu oder ganz gegenseitig aufhebt.

b) isolirtes ovales Fenster.

(Kolumne 6 und 7 der Uebersichtstabelle.)

Wesentliche Aufschlüsse über die Bewegungen des ganzen Leitungsapparates, sowohl bei Luftdruckschwankungen im Gehörgang als in der Tuba, mussten endlich von der Bestimmung der In- und Exkursionsfähigkeit des isolirten Steigbügels im ovalen Fenster erwartet werden. Es zeigte sich gleich während der ersten Versuche, dass die Bewegungen des Steigbügels in Verbindung mit dem Ligamentum annulare sehr verschieden stark ausfallen, je nachdem der M. stapedius im Präparat erhalten oder seine Sehne durchschnitten wird. In Kolumne 6 und 7 sind die beiden betreffenden Untersuchungsreihen neben einander gestellt.

Für unsere Betrachtungen über die Zusammenwirkung des ganzen Leitungsapparates sind in erster Linie die Messungsresultate bei erhaltenem M. stapedius massgebend, wobei die Befestigung des Steigbügels ganz die gleiche bleibt, wie am intakten Leitungsapparat und nur die äusseren Glieder der Kette fehlen.

Liess man nach der Präparation des herausgesägten ovalen Fensters, wie sie im Eingange genauer geschildert ist, einen positiven und negativen Luftdruck durch das an der Paukenhöhlenseite über dem Steigbügel mit erhaltener Sehne festgekittete Glasrohr einwirken, so fand sich im Manometerröhrchen, das auf der Labyrinthseite in die über dem ovalen Fenster befindliche und mit Wachs eingeschlossene Flüssigkeit eingesetzt war, in Summa *eine mittlere Bewegung von 3,81, wovon sich 1,96 auf die Inkursion und 1,85 auf die Exkursion ertheilen.*

Vergleichen wir zuerst diese Zahlen mit den Durchschnittswerthen,

welche am Schläfenbein mit geöffneter Pauke gefunden wurden, wenn die Steigbügelfussplatte vom Gehörgang aus in Bewegung gesetzt war, also mit Kolumne 2, so sehen wir, dass die Summe der Hin- und Herbewegung im letzteren Falle sich ungefähr um ein Drittheil (2,54 gegen 3,81) kleiner ergeben hat, als wenn der Luftdruck direkt auf die isolirte Steigbügelfussplatte einwirkte. Im Durchschnitt relativ viel stärker verkleinert, zeigte sich die Bewegungsfähigkeit nach einwärts am intakten Leitungsapparat, was für uns entweder so zu erklären ist, dass der lange Ambosschenkel auch im Ruhezustande einen leichten Druck auf das Steigbügelköpfchen ausübt, der den Stapes etwas nach einwärts stellt, oder dass Trommelfell, Hammer und Ambos zusammen nicht so starke Einwärtsbewegungen auszuführen im Stande sind, um die Inkursionsfähigkeit der Steigbügelfussplatte voll in Anspruch zu nehmen.

Es darf hier übrigens nicht verschwiegen werden, dass die Zahlenwerthe dieser beiden Kolumnen, wenn die am einzelnen Schläfenbein gefundenen Werthe mit einander verglichen werden, bedeutende Verschiedenheit in ihrem gegenseitigen Verhältniss zeigen.

Um über die Frage zu entscheiden, ob der lange Ambosschenkel schon in der Ruhe einen Druck auf das Steigbügelköpfchen ausübt, können Versuche vom Gehörgang nach Durchschneidung des Ambossteigbügelgelenkes bei offener Paukenhöhle dienen. Unter 11 einschlägigen Messungen fand ich nicht nur 9 mal entsprechend den Beobachtungen von Politzer noch eine kleine Aufwärtsbewegung im Labyrinth-Manometer bei Luftverdichtung, sondern auch 6 mal eine Abwärtsbewegung bei Lufverdünnung im Gehörgang. Das Zustandekommen der letzteren lässt sich nur so vorstellen, dass die beiden Gelenkflächen im Ambossteigbügelgelenk unter einer leichten gegenseitigen Pression sich befinden, bei deren Aufhebung durch Luftverdünnung im Gehörgang die straffe Sehne des Stapedius erst ihre Wirkung auf das vordere Ende der Steigbügelplatte ausüben kann und dasselbe etwas nach auswärts bewegt. Unterstützt kann diese Bewegung vielleicht werden durch eine festere Adhäsion der glatten Gelenkflächen, wie wir dies ja an grösseren Gelenken nach Trennung ihrer sämmtlichen Verbindungen zu beobachten gewohnt sind.

Bei der Vergleichung der vom isolirten runden Fenster ausführbaren Bewegungen mit denjenigen, welche im Labyrinth-Manometer bei Luftdruckschwankungen von der Tuba aus zu Stande kommen, hat sich uns ergeben, dass die letzteren wahrscheinlich ausschliesslich durch Lokomotion der Membran im runden Fenster entstehen. Als die Versuche von der Tuba aus nach Durchtrennung des Ambossteigbügelgelenkes wiederholt wurden, sahen wir ein Plus der Bewegung resultiren, welches dadurch zu Stande kommt, dass der von der Tuba erzeugte Luftdruck sich nun

auf rundes und ovales Fenster vertheilt. Da wir nun die Bewegungsfähigkeit des Steigbügels im isolirten ovalen Fenster aus Kolumne 6 kennen, so dürfen wir nur die hier gefundenen Zahlen von den in Kolumne 4 verzeichneten substrahiren, um eine Probe auf die Richtigkeit der gefundenen Werthe zu haben. Die Differenz der beiderseitigen Mittelzahlen sollte nach unseren Voraussetzungen übereinstimmen mit den in Kolumne 3 befindlichen mittleren In- und Exkursionen, welche der Luftdruck durch die Tuba an der intakten Kette erzeugt. Für die Exkursion stimmt diese Vorraussetzung, wie die Vergleichung der Zahlen ergiebt, nahezu vollständig, für die Inkursion haben die Versuche von der Tuba bei intakter Kette einen Mittelwerth ergeben, der um 1,06 zu gross ist, ein Fehler, der sich dadurch eingeschlichen haben kann, dass hier vielleicht eine kleine negative Schwankung mit gerechnet wurde, welche öfters im ersten Moment beim Einsetzen des Ballons in die Tuba zum Vorschein tritt.

Es bleibt uns noch die Kolumne 7 zur Besprechung übrig, welche Messungen von 8 Schläfenbeinen über die Bewegungsfähigkeit der Steigbügelfussplatte im isolirten ovalen Fenster enthält, nachdem die Sehne des M. stapedius durchschnitten ist. Während vor der Durchschneidung die Summe der In- und Exkursion an dieser Stelle zu 3,81 gefunden wurde, ergab sich jetzt eine Bewegungsvermehrung auf 7,35, welche auf beide Bewegungsrichtungen ziemlich gleich (mit 2,48 und 2,06) vertheilt war.

Im Anschluss an die Versuche vom Gehörgang aus wurde oben bereits die direkte Bewegungsfähigkeit der Steigbügelfussplatte selbst im ovalen Fenster berechnet, deren sie in Verbindung mit dem Leitungsapparat fähig ist. In der gleichen Weise lässt sich nun auch die mittlere Bewegungsfähigkeit für die isolirte Steigbügelfussplatte berechnen. Dieselbe beträgt, so lange die Sehne des Stapedius noch erhalten, etwas weniger als $^1/_{16}$; wenn dieselbe durchschnitten ist, etwas weniger als $^1/_8$ mm, während wir oben für ihre Bewegung in Verbindung mit dem Leitungsapparat als Grenze $^1/_{25}$ mm gefunden haben.

Auch für das runde Fenster können wir aus den Manometerexkursionen auf dem gleichen Wege (freilich nur annähernd wegen seiner unregelmässigen und inkonstanten Form) die Summe der direkten Bewegung bestimmen, welche die Membran auszuführen im Stande ist. Als Durchschnittsmaasse von 4 Präparaten fand ich für den längeren Durchmesser des runden Fensters 1,7, für den kürzeren 1,37 mm. Da das runde Fenster in seiner Form nahezu der Hälfte einer Ellipse entspricht, so findet sich aus diesen Maassen für das Tympanum sec. ein Flächeninhalt von 1,829 qmm. Darnach würde sich als die Summe

der In- und Exkursionen, welche diese Membran ausführen kann, 0,36 mm ergeben.

Aus der Vergrösserung, welche die Beweglichkeit der Steigbügelfussplatte erleidet, wenn die Stapediussehne durchschnitten wird, geht hervor, dass der Zug dieser Sehne auch bei Ruhe des Muskels die totale Bewegung der Steigbügelfussplatte im ovalen Fenster um annähernd die Hälfte verkleinert. Der Zugrichtung dieses Muskels entsprechend wird die Bewegungsbeschränkung hauptsächlich am hinteren Ende der Fussplatte sich geltend machen, welches bei der Aktion dieses Muskels auf den Stapes geradezu als Hypomochlion dient, während das vordere Ende der Platte einen Zug nach auswärts erfahren wird.

Die Einwirkung dieses Muskels auf die Bewegungen des Steigbügels tritt besonders deutlich am Präparate des isolirten ovalen Fensters hervor, wenn wir von verschiedenen Seiten einen Druck mit der Nadel auf das Köpfchen desselben zuerst bei erhaltener, dann bei durchschnittener Stapessehne wirken lassen. Ich habe die Bewegungen im Manometerröhrchen, wie sie sich an 7 Schläfenbeinen für die In- und Exkursion des Steigbügels bei direktem Druck auf das Köpfchen von verschiedenen Seiten her ergeben haben, in einer speziellen hier folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle der Manometerbewegungen bei Druck mit der Nadel auf das Köpfchen des Steigbügels.

(In halben Millimetern.)

Nummer des Schläfenbeins in der Uebersichtstabelle	bei erhaltener Stapediussehne					nach Durchschneidung der Stapediussehne				
	1 nach einwärts	2 von hinten	3 von vorne	4 von unten	5 von oben	6 nach einwärts	7 von hinten	8 von vorne	9 von unten	10 von oben
XXX	1½	—	—	¼	—1¼	—	—	—	—	—
XXXII	4	—	—	½	—1	4	—	—	½	—½
XXXIII	1	—	—	½	—1	½	—	—	—¾	—1
XXXV	1	—	—	¼	—⅓	1¾	—	—¾	—¼	—¾
XXXVI	2	½	—2	½	—⅓	1½	½	—1½	—1	—½
XXXVII	2	1½	—¾	—¼	—1	1	¼	—1¾	—1½	—1½
LX	—	—	—	—	—	1½	—	—	—1	—½
Durchschnittszahlen	1,92	1,00	—1,37	0,29	—0,65	1,71	0,37	—1,33	—0,67	—0,79

Wenn wir in dieser Tabelle zunächst Kolumne 1 und 6 vergleichen, so darf es uns nicht wundern, dass in scheinbarem Widerspruch mit den Luftdruckbeobachtungen in Kolumne 6 und 7 der Uebersichtstabelle die Einwärtsbewegung nach der Durchschneidung der Sehne sogar im Ganzen etwas kleiner ausfällt als vorher, weil bei diesen Messungen die Bewegung nach auswärts ganz ausser Spiel blieb und ferner die Einwärtswölbung des Lig. annulare wegfällt, welche der Luftdruck zu Stande bringt.

Von grösserem Interesse sind die Bewegungsamplituden bei Druck von hinten und vorne, welche leider nur zwei-, resp. dreimal gemessen wurden. Druck von hinten auf das Köpfchen veranlasste sowohl vor als nach Durchschneidung der Sehne eine Einwärtsbewegung der Fussplatte (vergl. Kol. 2 und 7), welche sich in ersterem Falle dadurch leicht erklären lässt, dass die Sehne das hintere Ende der Fussplatte medialwärts fixirt und so nur eine Bewegung ihres vorderen Theiles nach einwärts zulässt. Druck von vorne auf das Köpfchen bewirkt dem entsprechend im Gegensatz regelmässig eine negative Schwankung im Manometer (vergl. Kol. 3 und 8). Beide Bewegungsrichtungen erhalten sich indess auch nach der Durchschneidung der Sehne, wie die Tabelle zeigt, und wir müssen daher annehmen, dass dieselben schon durch eine Fixationsweise der Steigbügelfussplatte im ovalen Fenster selbst bedingt sind, über deren Beschaffenheit uns nur die feinere Anatomie Aufschluss geben kann.

Es sind im Jahre 1870 ziemlich gleichzeitig vier histologisch-anatomische Arbeiten über die Befestigung der Steigbügelfussplatte im ovalen Fenster von Buck[1]), Rüdinger[2]), Eysell[3]) und Brunner[4]) erschienen, welche im Allgemeinen dieselbe übereinstimmend schildern, indess gerade in den Punkten, welche uns hier vor Allem von Interesse sind, wesentlich differiren.

Eine verschiedene Beweglichkeit der Fussplatte an den einzelnen Stellen des Lig. annulare kann abhängig sein entweder von einer Verschiedenheit in der Dicke oder in der Breite des Ringbandes.

Buck konnte eine wesentliche Differenz in der Dicke ihres vorderen und hinteren Endes zwar beim Kind, aber nicht mehr beim Erwachsenen konstatiren. Ebenso ist die Breite des Bandes nach Buck am oberen und unteren Rand, am vorderen und hinteren Ende eine gleiche.[5])

---

1) Archiv f. Augen- und Ohrenheilk. I. 2. S. 121 ff.
2) Beiträge zur Histologie des Gehörorgans. München 1870.
3) Archiv f. Ohrenheilk. V. S. 237 ff.
4) Beiträge zur Anatomie und Histologie des mittleren Ohres. Zürich 1870.
5) Nach der beigegebenen Abbildung erscheint indess nicht nur die Dicke

Rüdinger findet in seinen Schnitten die Kontaktfläche an der vorderen Umrandung der Fussplatte etwas niedriger als an der hinteren (0,14 gegen 0,16 mm). Der hyaline Knorpelmantel, welcher die Fenestra ovalis auskleidet, hat nach Rüdinger am hinteren Rande die gleiche Stärke, wie der ringsum gleich dicke Knorpelüberzug an der Steigbügelfläche (0,012—0,024), vorne aber misst er 0,040—0,048. Das sind also zwei Momente, welche die Bewegung des vorderen Endes gegen das hintere begünstigen.

Eysell, der die Verbindung der Fussplatte mit Rücksicht auf unsere Fragen am Eingehendsten untersucht hat, kommt zu folgenden Messungsresultaten: Vom vorderen gegen den hinteren Pol nimmt das Ligament an Breite stetig ab, während vorne 100 μ, ist es in der Mitte der oberen und unteren Seite 30 μ, am hinteren Pole nur noch 15 μ breit. Die Dicke des Ligamentes dagegen beträgt vorne 300 und hinten 500 μ. In der Mitte hat es sowohl oben wie unten seine geringste Mächtigkeit, 140 μ. Der vordere Pol des Steigbügels kann also, wie eine einfache von Eysell ausgeführte Rechnung ergibt, einen 11 mal so grossen Weg machen, wie der hintere. Die vertikale Achse, um welche diese Bewegung stattfindet, liegt nach Eysell sehr nahe dem hinteren Ende der Fussplatte (0,3 mm davon entfernt).

Auch Brunner findet den Rand der Fussplatte hinten etwas höher und die fibröse Zwischensubstanz etwas kürzer als vorne.

Diese am Präparat gewonnenen Resultate von Rüdinger, Eysell und Brunner, welche allerdings mit den Angaben Buck's in Widerspruch stehen, stimmen sehr gut mit meinen in der obigen Tabelle gegebenen Beobachtungen überein, in denen ein Druck auf den Steigbügel von hinten eine positive, ein Druck von vorne dagegen eine negative Bewegung im Manometer ergeben hat, die Bewegung am hinteren Ende der Fussplatte also entweder sehr gering oder gleich 0 angenommen werden musste. Unterstützt wird diese Fixation ihres hinteren Pols, wie auch Eysell ausführt, durch die Hauptzugrichtung des Musc. stapedius nach innen und hinten.

Unsere obige Tabelle gibt uns über eine noch weitere bis jetzt unbeachtet gebliebene Komponente dieser Zugrichtung Aufschluss, welche sich ergibt, wenn wir einen Druck auf das Steigbügelköpfchen von unten und von oben einwirken lassen. Wenn die Sehne durchschnitten ist, so bringen beide Bewegungen eine im Durchschnitt ziem-

der Fussplatte am vorderen Ende bedeutend geringer als am hinteren, sondern auch die Breite des Ringbandes übertrifft am vorderen Ende diejenige am hinteren.

lich gleich grosse negative Schwankung im Manometer hervor, Kolumne 9 und 10 (nur einmal unter 6 Fällen erzeugte hier Druck von unten eine kleine positive Bewegung). Es findet also ein einfaches Schaukeln um die horizontale Achse der Fussplatte mit leichtem Auswärtstreten statt. Diese Bewegungen stehen wieder in Einklang mit der anatomischen Beschreibung von Eysell, der den oberen und unteren Theil des Lig. annulare in Dicke und Breite gleich fand. Machen wir dagegen dieselben Bewegungen am Steigbügelköpfchen bei erhaltener Stapessehne, so giebt nur die Bewegung von oben (Kolumne 5) einen negativen Ausschlag im Manometer, die Bewegung von unten (Kolumne 4) fiel in allen Fällen bis auf einen positiv aus. Die Fixation durch den M. stapedius erstreckt sich somit nicht nur auf den hinteren, sondern auch auf einen Theil ihrer unteren Umgrenzung, eine Einwirkung, welche sich aus dem Verlauf der Sehne leicht erklären lässt, indem die Oeffnung für den Durchtritt der Sehne in der Eminentia pyramid. nicht nur nach hinten und medialwärts, sondern auch etwas abwärts von der Ansatzstelle an dem Ambossteigbügelgelenk sich befindet.

Fassen wir die gewonnenen Ergebnisse kurz zusammen, so sind wir zu folgenden Hauptresultaten gelangt:

I. Luftverdichtungen und Verdünnungen im Gehörgang bei offener Paukenhöhle bewirken im Manometer eine Bewegung von 2,54 (halbe mm) in unserem Labyrinth-Manometer mit einem Querschnitt von 0,09 qmm, woraus sich eine mittlere Bewegung der Steigbügelfussplatte von $^1/_{25}$ oder 0,04 mm berechnen lässt.

Die Inkursion der Fussplatte, welche durch Luftverdichtung im Gehörgang bewirkt wird, verhält sich zur Exkursion bei Luftverdünnung wie 1 : 2,85.

(Bei geschlossener Paukenhöhle beträgt die vom Gehörgang aus zu Stande kommende Summe der Bewegungen im Labyrinth-Manometer 3,64, wovon auf den positiven Theil 1,16, auf den negativen Theil 2,48 treffen, also im Verhältniss von 1 : 2,14.)

II. Das Bewegungsmaximum an der Spitze des Hammergriffs bei Luftdruckschwankungen im Gehörgang lässt sich aus unseren Fühlhebelversuchen auf 0,76 mm berechnen.

Das Verhältniss zwischen In- und Exkursion ergiebt sich an dieser Stelle wie 1 : 2,27.

Das Bewegungsmaximum am unteren Ende des langen Ambosschenkels, resp. seinem Gelenk beträgt 0,21 mm.

Der positive Theil verhält sich hier zum negativen wie 2 : 2,18.

III. Durchschneidung der Sehne des Tensor tymp. bringt eine mässige Vergrösserung in der Bewegung des gesammten Apparates hervor, und zwar findet sich hier fast ausschliesslich die Auswärtsbewegung vergrössert. Wie der auf den Hammerkopf aufgesetzte Fühlhebel zeigt, vergrössert die Durchschneidung dieser Sehne auch am Trommelfell hauptsächlich die Exkursion. Wird hierauf noch das Ambossteigbügelgelenk durchschnitten, so erfährt die Beweglichkeit des Trommelfells nach auswärts eine weitere beträchtliche Steigerung, welche zu dem Schluss berechtigt, dass der M. tensor einen wesentlichen Schutzapparat nicht nur für das Trommelfell, sondern auch für das Ambossteigbügelgelenk und das Lig. annulare darstellt.

Auch die Durchschneidung des M. stapedius vergrössert etwas die Bewegung im Labyrinth-Manometer und zwar sowohl die Aufwärts- als Abwärtsbewegung. Die Wirkung dieses Muskels auf den Steigbügel, welche hauptsächlich mittelst der Manometeruntersuchung am isolirten ovalen Fenster geprüft wurde, besteht darin, dass er die Bewegung der Fussplatte um nahezu die Hälfte ihrer Ex- und Inkursionsfähigkeit beschränkt, indem er, wie bei Druck mit der Nadel sich zeigt, sowohl den hinteren als den unteren Theil der Fussplatte medialwärts fixirt erhält.

IV. Luftdruckschwankungen, welche in den Mittelohrräumen direkt erzeugt werden, bringen im Labyrinth-Manometer eine maximale Bewegung von 15,28 (halbe mm) hervor, von welcher ungefähr ebenso viel auf den positiven als auf den negativen Theil trifft.

Nach Durchschneidung des Ambossteigbügelgelenkes findet sich die Bewegung auf 20,20 vergrössert.

V. Die Prüfung auf die Beweglichkeit der Membrana tymp. sec. im isolirten runden Fenster mittelst des gleichen Manometers ergab 14,60 mit 8,00 Einwärts- und 6,60 Auswärtsbewegung, das ist nahezu dieselbe Bewegungsgrösse, als wir sub IV. unter der direkten Einwirkung von Luftdruckschwankungen in den Mittelohrräumen bei intakter Leitungskette gefunden haben. Daraus ziehen wir den Schluss, dass

die Bewegung im Labyrinth-Manometer in letzterem Falle so ziemlich ausschlieslich durch die In- und Exkursion der Membran im runden Fenster bedingt ist, während der auf Trommelfell und ovales Fenster stattfindende Luftdruck sich gegenseitig nahezu neutralisirt.

VI. Die gleiche Prüfung auf die Beweglichkeit der Steigbügelfussplatte im isolirten ovalen Fenster ergab im Labyrinth-Manometer, wenn die Stapediussehne erhalten war, ein totales Bewegungsmaximum von 3,81 mit einem positiven Theil von 1,96 und einem negativen Theil von 1,85. Daraus berechnet sich eine mittlere Bewegungsfähigkeit von nahe $^1/_{16}$ oder 0,063 mm für die Steigbügelfussplatte, wenn sie vom übrigen Leitungsapparat unabhängig gemacht ist.

Durchtrennung der Stapediussehne steigert schliesslich die Summe ihrer In- und Exkursion bis nahe $^1/_8$ oder 0,13 mm.

Diese Sätze eröffnen uns nach verschiedenen Richtungen neue Gesichtspunkte über das funktionelle Zusammenwirken des Leitungsmechanismus.

Da nach Riemann[1]), Helmholtz (a. a. O.) und Berthold[2]) der Schallleitungsapparat Bewegungen von einer Kleinheit zu übertragen im Stande ist, welche weit jenseits der Grenze des für uns mikroskopisch Wahrnehmbaren liegen, so hat Riemann vor Allem betont, dass die einzelnen Theile der Leitungskette völlig genau auf einander schliessen müssen, damit die Uebertragung ohne Bewegungsverlust stattfinden könne. Betrachten wir mit Rücksicht hierauf unsere Untersuchungsresultate an den einzelnen Gliedern der Kette, so lassen sich allerdings die Werthe der Bewegungen, welche vom Steigbügel auf das Labyrinth-Manometer übergeleitet wurden, nicht direkt mit denjenigen vergleichen, welche die Bewegungen des Fühlhebels am Hammer und Ambos ergaben, wohl aber lässt das jedesmalige Verhältniss zwischen dem positiven und negativen Theil der Bewegung, das wir mit den beiden Methoden an den verschiedenen Stellen gefunden haben, einen Vergleich zu. Würden an unseren Präparaten Hammer, Ambos und Steigbügel in ihren Gelenken während der Versuche in gegenseitig vollständig festem

---

[1]) Zeitschrift f. rat. Med. von Henle u. Pfeufer. 1867. XXIX. Bd. 2. u. 3. Heft. S. 129 ff.

[2]) Monatsschrift f. Ohrenheilk. 1878. Nr. 6.

Anschluss geblieben sein in der Weise, dass auch eine Verschiebung der Gelenkflächen an einander ausgeschlossen wäre, so würde sich auch das Verhältniss zwischen Hin- und Herbewegung an den drei Theilen vollständig gleich geblieben sein. Wir fanden aber dieses Verhältniss am Anfangsgliede der Kette, dem Hammer, wie 1 : 2,27, am Labyrinth-Manometer dagegen, oder was dasselbe sagt, an der Fussplatte des Steigbügels, wie 1 : 2,85. Es wurde also auf den Steigbügel ein grösserer Theil der Auswärts- als der Einwärtsbewegung übertragen und es ging von der letzteren ein Theil verloren. Dass speziell bei der Uebertragung vom Hammer auf den Ambos ein Verlust anzunehmen ist, wurde bereits oben bei den Fühlhebelversuchen erwähnt. Ebenso können im Ambossteigbügelgelenk die Gelenkflächen an einander gleiten, obgleich dieselben, wie oben ausgeführt wurde, auch in der Ruhe einen mässigen Druck auf einander ausüben. Dass bei der Einwirkung starker Schallwellen auf das Präparat ein solches Gleiten in beiden Gelenken wirklich stattfindet, haben Mach und Kessel[1]) durch ihre stroboskopischen Beobachtungen nachgewiesen. Da diese Ergebnisse mit der Exaktheit der Ueberleitung, welche am Lebenden nothwendig vorausgesetzt werden muss, in Widerspruch stehen, so dürfen wir vermuthen, dass am Lebenden während des Hörens noch Kräfte wirksam sind, welche der Schlaffheit in den Gelenken der Gehörknöchelchen entgegenwirken.

Mit einer genauen Uebertragung der Schallwellenbewegung scheint es überhaupt schwer vereinbar, dass die Exkursion des Leitungsapparates der Luftverdünnung ein geringeres Hinderniss entgegensetzen soll als die Inkursion der Luftverdichtung.

Es existirt nur eine Vorrichtung im Ohr, welche diesem Mangel im Ineinandergreifen der einzelnen Theile und im Anschluss an die Bewegung der Luftwellen am Lebenden abzuhelfen vermag: die Binnenmuskeln des Ohres.

Wir müssen wohl annehmen, dass die sämmtlichen Zugkräfte, welche auf die Leitungskette einwirken, in einem gegenseitigen Gleichgewicht stehen, und dass ferner dieses Gleichgewicht ein ausserordentlich labiles sein wird, damit so geringe Krafteinwirkungen eine Bewegung in demselben hervorbringen, wie die schwächsten Schallwellen, welche unser Ohr noch zu erregen im Stande sind.

Die beiden aktiven Kräfte, welche antagonistisch auf den Apparat wirken, der M. tensor und stapedius, scheinen auf den ersten Blick ungeeignet, um sich gegenseitig zu äquilibriren wegen ihrer sehr verschiedenen Grösse. Wenn wir indess die Insertionsweise der beiden

[1]) Sitzungsber. d. Wiener Acad. 1874. 69. Bd. III. S. 221.

Muskeln im menschlichen Ohr berücksichtigen, so ist diese Möglichkei doch nicht so schlechtweg von der Hand zu weisen. Helmholtz weist darauf hin, dass der Tensor vermöge seines Ansatzes direkt unter dem Achsenband des Hammers nicht nur den Hammergriff mit dem Trommelfell nach einwärts bewegt, sondern auch gleichzeitig den ganzen Bandapparat des Hammers in Spannung versetzt; diese Wirkung wird unterstützt durch eine Verbreiterung des Sehnenansatzes nach oben und vorne. Die von Eysell bereits dargestellte Wirkung des Stapedius auf den Steigbügel besteht darin, dass das hintere und wie wir gesehen haben, untere Ende der Fussplatte nach einwärts fixirt, und ihr vorderes oberes Ende mit Hülfe des Winkelhebels, welchen der hintere Stapesschenkel mit der Fussplatte bildet, nach auswärts gezogen wird. Der nach hinten offene Winkel zwischen dem Hals des Stapesköpfchens und dem Hals des Os lenticulare wird dabei ein stumpferer und der lange Ambosschenkel erfährt eben dadurch einen Druck nach aussen. Die in dieser Weise indirekt dem Hammer mitgetheilte Bewegung ist in Folge des Winkelhebelverhältnisses zwischen Ambos und Hammer die gleiche, als wenn der Angriffspunkt des Muskels an der Aussenfläche des Hammergriffs und zwar an einer Stelle läge, die sich ebenso weit unter der Bewegungsachse des Hammers befindet, als der lange Ambosschenkel am Hammergriff herunterreicht. Es ist dieser Angriffspunkt also bedeutend günstiger für die Auswärtsbewegung des Hammers und Trommelfells als der Ansatzpunkt des Tensor für die Einwärtsbewegung. Dazu kommt aber noch ferner, dass während des Zuges von Seite des Stapedius der stumpfe Winkel zwischen dem Hals des Stapesköpfchens und dem Hals des Os lenticulare sich immer mehr einem doppelten rechten Winkel nähert, dass also, wie die Konstruktion des Parallelogramms der Kräfte ergibt, der Zug ein um so wirksamerer wird, je mehr der stumpfe Winkel zwischen beiden Theilen sich einer geraden Linie nähert.[1])

Auf anderem Wege, dessen genauere Verfolgung uns hier abführen

---

1) Mit Rücksicht auf diese Wirkungsweise des M. stapedius gewinnt auch der Nachweis von Rüdinger (Beiträge zur Histologie des mittleren Ohres. München 1872) an Bedeutung, dass seine Sehne nicht nur an dem Steigbügelköpfchen, sondern auch mit einem Theil seiner Fasern am Proc. lenticularis inserirt. Wie ich mich an den Präparaten selbst überzeugt habe, welche Herr Prof. Dr. Rüdinger so freundlich war, mir vorzulegen, ist die Ausbreitung der Sehne auf beide Theile des Gelenkes mit voller Sicherheit an den Durchschnitten zu erkennen. Der Zug des Muskels theilt sich demgemäss den beiden Schenkeln des stumpfen Winkels direkt mit und wird also nicht ein Gleiten der Gelenkflächen aufeinander, sondern eine Streckung des Winkels zu Stande bringen.

würde, ist Hensen[1]) zu der Vermuthung gekommen, dass der Tensor tympani als ein regelmässig beim Hören sich aktiv betheiligender Faktor wirke und es ist ihm in der That gelungen, am Hund und der Katze den experimentellen Nachweis zu liefern, dass jede Schalleinwirkung eine Kontraktion im Tensor tymp. auslöst.

Nach den eben mitgetheilten Anschauungen über das Gleichgewichtsverhältniss zwischen den beiden Binnenmuskeln scheint es mir undenkbar, dass der eine derselben in Aktion treten könne, ohne dass gleichzeitig eine korrespondirende Bewegung in seinem Antagonisten stattfände[2]).

Hensen hat sich vergeblich bemüht, die Stelle zu finden, von welcher aus die Schalleinwirkungen eine Reflexbewegung im Tensor hervorbringen. Weder Berührung der Membran im runden Fenster, noch ein Einstich mit der Nadel in die Schnecke oder den N. acusticus, ebenso wenig eine Berührung der Gehörgangswandungen löste eine Zuckung im Muskel aus[3]).

Dem Zug des Tensor muss unter allen Umständen eine aktive Rolle vindizirt werden, während die positive Phase einer Schallwelle auf das Trommelfell einwirkt. Die konvex nach aussen gewölbten Fasern werden durch einen positiven Druck erschlafft und können somit ohne eine Aktion der Sehne auf den Hammergriff keine Bewegung übertragen, sondern es kann ein Einwärtstreten desselben nur dadurch zu Stande kommen, dass während der Erschlaffung der Zug des Tensor das Uebergewicht gewinnt und ihn nach einwärts zieht. Der positive Luftdruck übt sogar dann keinen Zug nach einwärts am Hammergriff aus, wenn er die radiären Fasern so stark einbaucht, dass sie gegen den Gehörgang konkav sind, sondern bewegt im Gegentheil denselben in diesem Fall wieder lateralwärts, wie Helmholtz gezeigt hat.

---

1) Monatsschrift f. Ohrenheilk. 1878. Nr. 9 und Archiv f. Anat. u. Physiol. 1878. S. 312.

2) *Nachträgliche Anmerkung*: Später fand Hensen, dass zugleich mit dem Tensor auch der Stapedius bei Schalleinwirkung energisch zuckt. Nach Durchtrennung der Sehne des Tensor zuckte die in die Stapediussehne eingesetzte Nadel nur noch bei Angabe hoher Töne*).

3) *Nachträgliche Anmerkung:* Nach Versuchen, welche 6 Jahre später Pollak an einem tauben Hund und ebenso beim gesunden Hund nach Zerstörung beider Schnecken angestellt hat, müssen wir glauben, dass die Reflexe auf die beiden Binnenmuskeln vom Nerv. acusticus aus vermittelt werden**).

---

*) Handbuch der Physiologie herausgegeben von Hermann. III. 60. Gehör von V. Hensen S. 65.

**) Medizinische Jahrbücher 1886. S. 555

Die Auswärtsbewegung des ganzen Systems kann dagegen schon durch die Luftverdünnung im Gehörgang allein ausgeführt werden, wobei der M. stapedius unterstützend mitwirken wird.

Es wurde oben erwähnt, dass eine sehr kleine Luftdruckdifferenz, wie leichtes Saugen oder Blasen in der Nähe des Verbindungsschlauches oder Hineinsprechen einer Reihe von Konsonanten genügte, um vom Gehörgang aus sowohl bei geschlossener als offener Pauke ein verhältnissmässig starkes Steigen und Fallen des Labyrinth-Manometers hervorzubringen. Anders verhielt sich der Steigbügel für sich allein im isolirten ovalen Fenster. Es war in letzteren Versuchen nur ausnahmsweise möglich durch forcirtes Hineinsprechen von Konsonanten ein Steigen im Manometerröhrchen zu erzeugen, und der Luftdruck musste öfters bis 5 mm und mehr steigen, bevor eine deutliche Bewegung sichtbar wurde. Nach Durchschneidung der Stapediussehne findet sich zwar eine Beweglichkeit bei schwächeren Luftdruckschwankungen, doch steht dieselbe auch hier noch weit hinter der Leichtigkeit zurück, mit welcher sich bei intakter Kette vom Gehörgang aus Labyrinthwasserbewegungen erzeugen lassen. Trotzdem haben wir ja gefunden, dass die maximalen In- und Exkursionen des Steigbügels sowohl mit als besonders ohne Stapediussehne grösser sind als die, welche wir mit Hülfe des intakten Leitungsapparates an ihm hervorbringen können. Damit ist ein neuer, experimenteller Nachweis geliefert, dass die äusseren Glieder der Kette kleine Bewegungen des ganzen Apparates sehr bedeutend zu erleichtern vermögen, indem sie den Luftdruckschwankungen besonders günstige und reichliche Angriffspunkte geben. Durch welche speziellen Vorrichtungen diese Erleichterung bedingt ist, das hat uns Helmholtz gelehrt durch seine mathematischen Ausführungen über die Bedeutung der schwach konvexen Trommelfellfasern als lange Hebelarme, welche am Manubrium mall. angreifen. Die Konstruktion des Leitungsapparates ermöglicht also trotz einer bestehenden und jedenfalls nothwendigen mässigen Spannung des Lig. annulare, ebenso wie des Trommelfells, doch eine Beweglichkeit desselben schon auf sehr geringe Anstösse nach beiden Richtungen hin.

An der Membran des isolirten runden Fensters genügen (ebenso wie bei der Einwirkung auf den intakten Leitungsapparat vom Gehörgang aus) wieder die leichtesten Luftdruckdifferenzen in der Nähe des Verbindungsschlauches, um grössere Bewegungen im Manometerröhrchen zu erhalten. Der Widerstand, welchen diese Membran den Bewegungen des Labyrinthwassers entgegengesetzt, stellt sich somit experimentell als ein minimaler heraus.[1])

---

[1]) *Nachträgliche Anmerkung:* Die Zusammenwirkung der beiden Binnenmuskeln beim Hörakt denke ich mir überhaupt in der Art, dass sie nicht den

Von besonderer Wichtigkeit erscheinen mir die gegebenen Versuchsresultate am runden und ovalen Fenster für die Entscheidung über das Verhalten des intralabyrinthären Druckes bei Luftdruckschwankungen, welche direkt in der Paukenhöhle erzeugt werden.

Es ist allgemein die Anschauung verbreitet, dass durch das Einwärtstreten des Trommelfelles in Folge von Tubenverschluss und konsekutiver Luftverdünnung in den Mittelohrräumen eine dauernde Erhöhung des Seitendruckes im Labyrinth vermittelt wird, dass dagegen eine künstliche Luftverdichtung, welche wir auf dem Wege der Tuba einwirken lassen, nicht nur den Leitungsapparat wieder in diejenige Lage bringt, in welcher er durch Schallwellen am Leichtesten in Bewegung versetzt wird, sondern auch durch Vermittlung des Trommelfelles die Steigbügelfussplatte nach aussen rückt und die Labyrinthwände von dem auf ihnen lastenden abnormen Druck befreit.

Ich muss gestehen, dass mir schon vor Ausführung der mitgetheilten Versuche diese auf Analogie des intraokulären Druckes erbaute Theorie des intralabyrinthären Druckes als nicht genügend begründet erschien. Donders[1]) hat am Auge gezeigt, dass ein Fingerdruck zwar momentan eine Steigerung des intraokulären Druckes veranlasst, welche sich im Augenspiegel durch sichtbare Pulsation der Gefässe und theilweise Entleerung derselben ausspricht. Wenn indess Donders einige Zeit einen mässigen Druck unterhielt, so sah er „beim Nachlassen desselben plötzlich eine starke Anschwellung der Venen und, obwohl in geringerem Grade, auch der Arterien, welche allmählich wieder abnimmt und nach ungefähr einer Minute nicht mehr zu bemerken ist. — Diese Erscheinung ist nur durch Absorption der Flüssigkeit des Auges durch den Druck hervorgerufen zu erklären — eine Absorption, welche die Folge des höheren Druckes ist, unter den die Flüssigkeiten zu stehen kommen, bei fast unverändertem Drucke des Blutes in den Kapillaren.“ Ich habe diese Stelle wörtlich angeführt,

---

Schallapparat successive für die verschiedenen Tonhöhen accomodiren, sondern vielmehr, dass sie einerseits, indem sie die Gelenke der Gehörknöchelchen gegeneinander pressen und das Achsenband des Hammeramboskörpers spannen, den Apparat in einen festen um diese Achse drehbaren Winkelhebel verwandeln, andererseits das Trommelfell ebenso wie das Ligamentum annulare mit ihren so verschieden langen und verschieden stark angespannten Fasersystemen, aus welchen beide Membranen zusammengesetzt sind, in denjenigen Grad von Spannung versetzen, welcher beide für die Aufnahme der ganzen Tonskala gleichzeitig am geeignetsten macht. Ausserdem könnte ein leichter Tetanus, in welchen der Gesammtapparat vielleicht beim Horchen geräth, denselben für die Aufnahme von minimalen Schwingungen empfindlicher machen, als er es in der Ruhe ist.

1) Archiv f. Ophthalm. I. 2. S. 75 ff.

weil sie direkt anwendbar erscheint auf die Folgen einer Drucksteigerung im Labyrinthwasser durch Einwärtstreten der Steigbügelfussplatte. Auch hier wird sich die momentane Druckdifferenz in sehr kurzer Zeit durch Absorption eines geringen Quantums von Labyrinthflüssigkeit ausgleichen und an eine dauernde Steigerung des intralabyrinthären Druckes liesse sich, analog wie bei den glaukomatösen Erkrankungen des Auges, nur dann denken, wenn dem Abfluss des venösen Blutes oder der Lymphe ein Hinderniss entgegenstände. Aus diesem Grunde glaubte ich wenigstens von einer persistenten Erhöhung des Druckes im Labyrinth durch Druck der Steigbügelfussplatte nach innen von vorne herein absehen zu können.

Die obigen Untersuchungsergebnisse haben überhaupt die Annahme unhaltbar gemacht, dass eine Verdünnung der Luft in der Paukenhöhle von einer Steigerung des intralabyrinthären Druckes und eine Luftverdichtung von einer Herabsetzung begleitet sei, sondern sie beweisen evident das Gegentheil. Wir haben gefunden, dass die Bewegung, welche der Labyrinthflüssigkeit durch das runde Fenster mitgetheilt wird, im Labyrinth-Manometer nahezu viermal so gross ist wie diejenige, welche vom isolirten Steigbügel durch das ovale Fenster sich erzeugen lässt; auch nach Durchschneidung der Stapediussehne bleibt die letztere noch immer um die Hälfte kleiner als die erstere. Wir haben aber ferner gesehen, dass eine Luftverdichtung und Verdünnung, welche wir am intakten Schläfenbein auf das Mittelohr durch die Tuba einwirken lassen, in Summa einen Bewegungswerth im Labyrinth-Manometer ergibt, der sich nur um circa $^1/_4$ mm von demjenigen Werthe unterscheidet, der für die Bewegungen der Membran im isolirten runden Fenster festgestellt wurde. Die Bewegung des Trommelfelles und des Steigbügel, auf welche der Luftdruck in entgegengesetztem Sinne wirkt, heben sich also nahezu während der Luftdouche auf. Dass dies trotz der viel grösseren Oberfläche des Trommelfelles möglich ist, erklärt sich hauptsächlich aus der Beschaffenheit des Hammerambosgelenkes, auf welche Helmholtz die allgemeine Aufmerksamkeit gelenkt hat, dass nämlich eine Auswärtsbewegung des Hammers stattfinden kann, ohne dass der Ambos derselben folgt. In ähnlicher Weise kann vielleicht auch eine leichte Streckung im Ambossteigbügelgelenk begünstigend einwirken, welche durch das Uebergewicht ermöglicht wird, das die Elastizität des Zwischenknorpels erhält, wenn derselbe, wie bei Luftverdichtung in der Paukenhöhle anzunehmen ist, entlastet wird. Die Kraft des Luftdruckes, welche wir auf die Innenwände der Paukenhöhle einwirken zu lassen im Stande sind, ist stark genug, um auch den Zug der Binnenmuskeln theilweise zu überwinden, welcher bei dem Vorgang des Hörens die Kette in stetig gleichem Kontakt erhält. Als letzter

Grund für die hauptsächliche Betheiligung des runden Fensters an den Bewegungen, welche durch Luftdruckdifferenzen im Mittelohr erzeugt werden, ist endlich aufzuführen, dass seine Membran sehr leicht in Bewegung versetzt wird, während das Lig. annulare wenigstens einem direkten nicht durch die Kette übermittelten Druck einen viel grösseren Widerstand entgegensetzt.

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen mit Nothwendigkeit die Schlussfolgerung, dass eine Luftdruckverminderung im Mittelohr auch von einer kurz dauernden Herabsetzung des intralabyrinthären Druckes und eine Luftdruckvermehrung von einer kurz dauernden Steigerung desselben begleitet sein wird.

Es drängt sich hier sofort die Frage auf, wie denn eine Reihe von sekundären pathologischen Erscheinungen sich erklärt, die im Gefolge eines länger dauernden Tubenabschlusses nicht selten uns entgegentreten, und die wir bisher gewohnt waren, auf eine dauernde Vermehrung des intralabyrinthären Druckes zurückzuführen, wie hochgradige Störungen des Gehörvermögens, welche nach Herstellung der Wegsamkeit in der Tuba nur theilweise verschwinden, Störungen im Gleichgewicht und vor Allem die verschiedenen Formen von subjektiven Geräuschen. Es würde zu weit vom eigentlichen Zwecke dieser Arbeit abführen, auf diese hier berührten Punkte einzeln einzugehen, und ich möchte hier nur nochmals die analogen Beobachtungen am Auge heranziehen. Donders spricht sich, gestützt auf seine direkten Beobachtungen mit dem Augenspiegel, dahin aus, „dass selbst von einem sehr starken Drucke weniger irgend ein Nachtheil für das Auge zu befürchten ist, als von dem plötzlichen Aufheben eines mässigen Druckes, der lange Zeit fortgesetzt ist. . . . Nach vorausgegangenem Drucke entbehren die Gefässe der Stütze von Seite des drückenden Glaskörpers, und sind auch nur geringe Störungen in ihrem Gewebe vorhanden, so werden sie bei der starken Ausdehnung, welche sie jetzt unter dem gewöhnlichen Blutdruck erleiden, leicht bersten und zu Blutungen Anlass geben können [1].“

Im Labyrinth würde bei der gleichen Veranlassung die absolute Unnachgiebigkeit der knöchernen Kapsel das Eintreten von stärkeren Füllungen der Kapillaren und Venen und eventuell von Blutungen

---

1) *Nachträgliche Anmerkung:* Dies scheint mir auch die einfachste Erklärung der bei Caissonarbeitern neuerdings wiederholt beobachteten plötzlichen Ertaubung zu sein, welche regelmässig erst nach dem Verlassen des Caissons aufgetreten ist*).

---

*) Ferdinand Alt „Über apoplectiforme Labyrintherkrankungen bei Caissonarbeitern Monatsschr. f. Ohrenheilk. 1896. Nr. 8.

noch begünstigen. Wir dürfen in dieser Beziehung aber überhaupt das Auge und Ohr nicht unmittelbar in eine Parallele stellen, denn nach den Eingangs erwähnten Untersuchungen von Weber-Liel besteht zwischen Labyrinth und Schädelraum durch die Aquaeductus eine ziemlich freie Kommunikation wenigstens in der Richtung vom intrakraniellen zum Labyrinthraum, so dass eine Druckverminderung sich in dieser ganzen Ausdehnung geltend machen würde. Ausserdem findet im letzteren die Herabsetzung des Druckes in Folge von Luftverdünnung in der Paukenhöhle nicht plötzlich, sondern allmählich statt.

Immerhin aber scheint mir die Annahme mehr Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, dass eine oftmals wiederholte, wenn auch kurz dauernde Herabsetzung des intralabyrinthären Druckes grössere materielle Veränderungen hervorzubringen vermag, als eine kurz dauernde Steigerung desselben.

II.

Erklärungsversuch zum Verhalten der Luft- und Knochenleitung beim Rinne'schen Versuch mit einem Obductionsfall[1].

Wenn wir die Hörzeit vergleichen, welche die Stimmgabel braucht, um einerseits per Luft, andererseits auf irgend einer Stelle der Schädelknochen aufgestellt abzuklingen, so müssen wir vor Allem uns darüber Rechenschaft geben, ob diese verschiedenen Hörzeiten überhaupt schlechtweg mit einander vergleichbar sind; das ist nach einigen einfachen Versuchen, welche ich gemacht habe, durchaus nicht der Fall.

Lassen wir eine zwischen zwei Fingern gehaltene Stimmgabel per Luft frei vor dem Ohr abklingen, so hören wir sie länger, als wenn wir sie auf einen festen nicht mitresonirenden Körper, z. B. einen Holzblock aufsetzen, und zwar klingt sie in letzterem Falle während des dritten bis vierten Theils der Zeit ab, welche sie beim freien Austönen in der Luft gebraucht. Der Grund ist ja physikalisch leicht verständlich. Vorausgesetzt, dass die feste Unterlage nicht selbst in stehende Schwingungen versetzt werden kann, also kein resonirender Körper ist, der die Schwingungen der Stimmgabel seinerseits wieder zu steigern vermag, so wird die Bewegung einfach auf die Unterlage fortgeleitet, der Schall fliesst je nach der Innigkeit der Berührung mehr oder weniger rasch ab, und zwar mindestens drei- bis viermal so rasch, als wenn der Stiel ebenso wie die Zinken sich frei in der Luft bewegen können. Als eine solche feste nicht resonirende Unterlage wirkt der Schädel, auf den wir die Stimmgabel setzen; nach diesem Verhältniss müssen wir also auch die Zeit berechnen, welche die Stimmgabel beim Rinne'schen Versuch braucht, um vom Scheitel oder vom Warzentheil aus abzuklingen, wenn wir sie mit der Zeit zusammenstellen wollen,

---

1) Vortrag, gehalten in der VII. Versammlung süddeutscher und Schweizer Ohrenärzte in München 1885.

welche sie noch braucht, um dann vollends frei vor dem Ohr gehalten auszuklingen.

Am normalen Ohr stellen sich nun die Verhältnisse, allerdings nach einer nur kleinen Zahl von eigenen Versuchen, folgendermassen Wenn wir die mässig stark angeschlagene a'Stimmgabel, welche ich fast ausschliesslich verwendet habe, auf die Pars mastoidea aufsetzen, so wird sie von Individuen mittleren Alters mit normaler Hörweite ca. 10 Sekunden lang gehört; halten wir sie dann vor das Ohr, so klingt sie noch weiter per Luft ca. 28—30 Sekunden. Von Anfang an vor das Ohr gehalten, beträgt ihre Hörzeit 70—80 Sekunden. Diese Zeitdifferenz zwischen der reinen Luftleitung und der anfänglichen Knochen- dann Luftleitung findet ihre Erklärung in dem auseinandergesetzten Verhältniss.

Der Rinne'sche Versuch wurde von mir regelmässig seit über 2 Jahren bei allen Formen von Schwerhörigkeit als differential-diagnostisches Mittel verwendet, welche wir einerseits als chronischen Mittelohrkatarrh, andererseits als nervöse Schwerhörigkeit bezeichnen, probeweise auch bei den übrigen Störungen am Schallleitungsapparat, Cerumenpfröpfen, reinen Tubenabschlüssen, Otitis media serosa, perforativen Processen etc. Bald habe ich mich überzeugt, dass es durchaus nicht genügt, einfach festzustellen ob der Rinne'sche Versuch positiv oder negativ ausfällt, sondern, dass es nothwendig ist, auch die Zeit in Sekunden zu messen, um welche die Stimmgabel länger per Luft oder länger per Knochen gehört wird. Ich bin ferner mit Lucae darin vollständig einverstanden, dass wir vorerst, wenn wir ein Urtheil über den Werth des Rinne'schen Versuches gewinnen wollen, nur Fälle von hochgradigerer Schwerhörigkeit berücksichtigen dürfen, welche Flüstersprache nicht mehr über 1 Meter weit hören.

Wenn wir einfach von dem Zeitpunkte ab rechnen, wo die Stimmgabel vom Knochen nicht mehr gehört wird (und damit ist der Fehler ausgeschlossen, welcher aus einem verschieden starken Anschlag der Stimmgabel resultirt), so ergiebt der Rinne'sche Versuch bei den obigen Erkrankungsformen die allerdifferentesten Resultate: Einerseits kommen Fälle vor, wo, trotz hochgradiger Herabsetzung der Hörweite, per Luft noch ebenso lang gehört wird als vom normalen Ohr, ja es kann sogar die Knochenleitung neben mässig hochgradiger Funktionsverminderung ganz ausfallen; andererseits kommen Fälle, wo der Rinne'sche Versuch, wie ich mich kurz ausdrücken will, $\pm$ 0 ausfällt, oder ferner, wo die Knochenleitung die Luftleitung mehr oder weniger überdauert, dieser negative Ausfall kann bis auf — 13 Sekunden sich erheben, wie ich Ihnen später an einem Beispielsfall auseinandersetzen werde. Hier fällt also nicht nur die ganze Luftleitung fort, welche im normalen Ohr

30 Sekunden beträgt, sondern dazu kommen noch 13 Sekunden überwiegende Knochenleitung, da aber die letztere Zeit im Verhältniss zur Luftleitung mindestens dreifach zu berechnen ist, so beträgt im letzteren Falle die ganze Differenz gegenüber einem Fall von gleichhochgradiger Schwerhörigkeit mit normalem Ausfall des Rinne'schen Versuches mindestens 69 Sekunden. Endlich kommen ja auch Fälle zur Beobachtung, bei denen für die Stimmgabel überhaupt nur Knochen- und gar keine Luftleitung mehr vorhanden ist.

Wir haben also eine ganze Skala von Möglichkeiten mit zwei Extremen an beiden Enden. Diese kolossalen Differenzen zwischen Luft- und Knochenleitung, welche wir bei den verschiedenen Arten von Erkrankungen klinisch konstatiren können, müssen eine Bedeutung haben, denn der Rinne'sche Versuch ist ein rein physikalisches Experiment, und es handelt sich für uns nur darum, eine Deutung zu finden für das auffällige Uebergewicht der Knochenleitung über die Luftleitung, welches für die Störungen am Schallleitungsapparat so charakteristisch ist. Lassen Sie mich dazu einen bescheidenen Versuch machen!

Der Standpunkt, welchen ich gegenüber den verschiedenen Theorieen über Schallleitung im Ohr einnehme, ist folgender: Ich theile die Ueberzeugung nunmehr wohl aller Physiologen und Ohrenärzte, dass es nicht Molekularbewegungen, sondern Massenbewegungen der ganzen Leitungskette mitsammt der Labyrinthwassersäule sind, durch welche die Uebertragung der Schallwellen aus der Luft stattfindet. Mit dieser Ueberzeugung kann ich es aber nicht vereinigen, dass die Nervenendausbreitungen auch ausserdem gleichzeitig für molekuläre Schwingungen zugänglich sein sollen, wie dieselben für die direkte Zuleitung per Knochen von der Mehrzahl der Autoren noch angenommen werden.

Ich stehe vielmehr auf Seite derjenigen Physiologen, denen sich von den Ohrenärzten meines Wissens nur Knapp angeschlossen hat, welche auch die Knochenleitung im strengen Sinne als eine osteotympanale auffassen, das heisst, welche auch bei der Zuleitung durch den Knochen eine Erregung der Acusticusausbreitung ausschliesslich auf dem Wege und mit Hülfe des mit dem Knochen schwingenden Schallleitungsapparats annehmen, und eine direkte molekulare Zuleitung der Schallwellen zum Labyrinth für mindestens zweifelhaft halten. Ich werde von dieser letzteren Möglichkeit als einer nur unnöthigerweise komplizirenden bei den folgenden Erörterungen ganz absehen, denn wir bedürfen ihrer nicht.

Trotzdem der Schallleitungsapparat nach meinem Dafürhalten der einzige Weg ist, auf welchem sowohl von der Luft als vom Knochen aus die Schallwellen, so weit sie empfunden werden, zum Labyrinth gelangen, so sind wir doch gezwungen, einen grossen Unterschied in der

Leitungsfähigkeit dieses Apparats anzunehmen, je nachdem er von der Luft oder vom Knochen aus in Bewegung gesetzt wird. Unter normalen Verhältnissen des ganzen Gehörorgans und ebenso bei ausschliesslichen Erkrankungen des innern Ohrs zeigt die Luftleitung immer ein bedeutendes Uebergewicht über die Knochenleitung und bleiben beide, wenn auch jede derselben abnimmt, wenigstens in annähernd gleichem Verhältniss zu einander. Erkrankungsprozesse des Leitungsapparats aber von der einfachen Verschliessung des Gehörgangs bis zur Fixation des Steigbügels setzen nicht nur die Luftleitung herab, sondern sie verbessern auch grossentheils die Knochenleitung sehr beträchtlich.

Zur Erklärung dieses auffällig differenten Verhaltens der beiden Wege, welches sowohl durch den Weber'schen als den Rinne'schen Versuch zum Ausdruck gelangt, wurden verschiedene Hypothesen aufgestellt. Am Allgemeinsten hat die Annahme von Mach Anklang gefunden, welche auch Politzer acceptirt hat, dass die Knochenleitung durch jede Störung an irgend einer Stelle des äusseren oder mittleren Ohrs eine Verstärkung erfahre, weil alle diese Störungen den Schallrückfluss auf dem normalen Wege durch den Leitungsapparat zur Luft behindern, und somit eine wiederholte Reflexion der Schallwellen ins Labyrinth resultire, wodurch der Eindruck daselbst verstärkt würde. Diese Hypothese setzt erstens eine direkte molekulare Leitung vom Knochen zum Labyrinth voraus, und zweitens setzt sie voraus, dass unter normalen Verhältnissen der Leitungsapparat die Schallwellen eben so gut nach aussen abzuleiten vermag, wie er sie nach innen weiter leitet. Die erstere Annahme ist bis jetzt, wie erwähnt, nicht genügend bewiesen; die letztere muss ich schon aus theoretischen Gründen für unwahrscheinlich erklären. Nach Helmholtz stellt der Schallleitungsapparat einen für die Kräfte, welche auf ihn einwirken, gewaltigen Hebelapparat dar, als dessen lange Hebelarme die radiären Trommelfellfasern zu betrachten sind. Dieser Mechanismus ist also wohl im Stand, die minimalsten Lufdruckschwankungen noch einwärts fortzuleiten, aber er wird nicht in der gleichen Weise von innen her, von seinen kurzen Hebelarmen, den Fasern des Ligamentum annulare aus, in Bewegung gesetzt werden können.

Auch Lucae fand die Mach'sche Hypothese im Widerpruch mit einigen von ihm angestellten physiologischen Versuchen und, um den Weber'schen Versuch zu erklären, glaubt er theilweise auf eine Druckzunahme im Labyrinth als die Ursache der Tonverstärkung insbesondere für die tiefen Töne bei Abschluss des Gehörgangs rekurriren zu müssen, theilweise acceptirt er eine bereits von E. H. Weber selbst ausgesprochene Vermuthung, dass eine Resonanz der Luft im Gehörgang und der Paukenhöhle bei seinem Versuch in Betracht käme, indem auch

Lucae annimmt, dass die Resonanz der im Gehörgang eingeschlossenen Luftsäule zur Verstärkung des vom Knochen gehörten Tons wenigstens mit beitrage; die gleiche Anschauung theilten auch Toynbee und Rinne. Dass das Vorhandensein einer Flüssigkeitsschichte auf dem Trommelfelle sowohl auf seiner Aussenfläche als auf seiner Paukenhöhlenseite den vom Knochen zugeleiteten Ton ebenfalls verstärkt, erklärt Lucae, wie ich glaube mit Recht, dadurch, dass die Flüssigkeit ein geeigneteres Medium zur Ueberleitung des Tons vom Knochen zum Trommelfell darstellt, als die Luft.

Fast ausschliesslich auf den Boden der Resonanztheorie hat sich Brunner gestellt, indem er die in den Mittelohrräumen eingeschlossene Luft für die Tonverstärkung bei Knochenleitung verantwortlich macht. Jedenfalls bleiben damit alle diejenigen Fälle unerklärt, bei denen die Mittelohrräume mit Sekret gefüllt sind und bei denen doch in der Regel der Weber'sche sowohl als der Rinne'sche Versuch ein entschiedenes Ueberwiegen der Knochenleitung dokumentiren.

Eine Thatsache bleibt sämmtlichen Beobachtern räthselhaft: Nach der allgemeinen Annahme bewirkt eine stärkere Anspannung des Leitungsapparats, welche doch in der grossen Mehrzahl der Fälle von Mittelohrerkrankung, von dem einfachen Tubenabschluss bis zur Fixation der Stapesfussplatte, unzweifelhaft vorhanden ist, an sich eine Schwächung des vom Knochen zugeleiteten Tones. Diese Annahme stützt sich auf eine Reihe von Versuchen Politzer's sowohl als Lucae's, und wurde bis jetzt, so viel ich weiss, von Niemanden angezweifelt, und trotzdem finden wir klinisch wohl in allen Fällen, wo reine Spannungsvermehrung vorliegt, so vor Allem bei einfachem Tubenverschluss, die Knochenleitung bedeutend verstärkt.

Um nun endlich auf meine eigene Theorie zu kommen, muss ich zunächst den physiologischen Gegensatz zwischen Luft- und Knochenleitung hervorheben.

Für ein normales Zustandekommen der Luftleitung müssen wir voraussetzen, dass der Leitungsapparat in einem ganz ausserordentlich labilen Gleichgewicht sich befindet, was ja durch eine Reihe theilweise bekannter antagonistischer Kräfte bewerkstelligt ist, welche denselben sowohl vor starker Anspannung als vor übermässiger Erschlaffung beschützen. Die einfache Störung dieses Gleichgewichts durch einseitige Belastung, wie sie z. B. bei reinem Tubenverschluss stattfindet, reicht aus, um eine hochgradige Verminderung der Luftleitung und eine ebenso hochgradige Steigerung der Knochenleitung zu bewirken. Sobald wir durch die Politzer'sche Luftdouche das Gleichgewicht wieder herstellen, erreichen wir sofort nahezu oder ganz normale Luftleitung und wenigstens theilweise Beschränkung der Kno-

chenleitung. Auch alle grösseren Perforationen des Trommelfells müssen nothwendig das Gleichgewicht stören, indem ein Theil der radiären Fasern ausfällt und dadurch der Zug des Tensor tympani das Uebergewicht gewinnt. So ziemlich alle Sklerosirungsprozesse der Paukenhöhle werden eine straffere Anspannung des Apparats bedingen.

Ich habe bereits oben erklärt, dass ich mir die Knochenleitung ausschliesslich durch Vermittlung des Schallleitungsapparates zu Stande kommend denke. Der Unterschied gegen die Luftleitung ist nur der, dass bei der Knochenleitung das Trommelfell und ebenso das Ligamentum annulare nicht von der Fläche sondern von der Kante her getroffen werden. Ausserdem macht aber Politzer mit vollem Recht darauf aufmerksam, dass auch alle die direkten sowohl als indirekten Verbindungen der Gehörknöchelchen mit den Mittelohrwandungen für die Leitung in Betracht kommen, und dass diese Verbindungen, seien sie nun normal oder pathologisch, einen um so grösseren Einfluss auf die Bewegung des ganzen Apparats auszuüben im Stande sind, je weiter sie von der Achse des Hammeramboskörpers entfernt liegen.

Prüfen wir nun die obenerwähnte Annahme, dass eine Anspannung jeder dieser Verbindungen mit den Paukenhöhlenwänden eine Schwächung der Knochenleitung zur Folge habe, auf ihre Richtigkeit, so bin ich in den letzten Wochen auf ein überraschend einfaches Mittel gekommen, um diese Frage zu lösen, und dadurch wurde ich eben veranlasst, diese Erörterungen Ihnen vorzulegen.

Da es, um den bei der Knochenleitung stattfindenden Hergang zu prüfen, nur darauf ankommt, eine kontinuirliche Kette von festen Leitern zwischen der Tonquelle einerseits und der Labyrinthwassersäule andererseits herzustellen, so können wir die Verhältnisse des Schallleitungsapparates, welche uns hier interessiren, nämlich die verschiedene Spannung der Bänder auch experimentell nach aussen vom Schädel verlegen.

Verbinden wir eine Stimmgabel durch eine wenig elastische Schnur mit einem beinernen Röhrchen, und setzen letzteres in den Gehörgang, so hören wir den Ton der angeschlagenen Stimmgabel ausserordentlich stark, wenn wir die Schnur straff anspannen, successive schwächer und schliesslich gar nicht mehr, je mehr wir sie entspannen. Den gleichen Effekt, wenn auch nicht mit dieser Prägnanz können wir erzielen, wenn wir den Ton von den Zähnen zuleiten. Ich habe zu diesem Zweck eine Beinplatte mit Beinstab benützt, und an den letzteren die Schnur mit der Stimmgabel befestigt. Wenn wir die Beinplatte auf die Zähne setzen, so hat Anspannung und Erschlaffung der Schnur, obgleich die Stimmgabel durch die Zähne natürlich im Ganzen schwächer

gehört wird, ganz die gleiche Wirkung wie bei der ersten Anordnung.

Diese Versuche beweisen nach meinem Dafürhalten, dass eine Anspannung am Leitungsapparat, welche zugleich zu einer Anspannung des Ligam. annul. führt, die Knochenleitung eminent begünstigt, und damit, meine Herren, glaube ich die einfache Erklärung für das Verhalten des Weber'schen sowohl wie des Rinne'schen Versuches bei der grossen Mehrzahl der Mittelohraffektionen gefunden zu haben. Die Anspannung des Leitungsapparats an irgend einer Stelle setzt natürlich seine Leitungsfähigkeit für die aus der Luft kommenden Schallwellen entsprechend herab, steigert aber andererseits seine Fähigkeit, die vom Knochen zugeleiteten Schallwellen dem Labyrinthwasser zu übermitteln; daher ergeben sich die ausserordentlich grossen Differenzen zwischen Mittelohr- und nervösen Affektionen, welche insbesondere bei dem Rinne'schen Versuch mit so grosser Prägnanz zu Tage treten.

Ich hätte Ihnen, wie gesagt, gern eine Zusammenstellung meiner klinischen Beobachtungen in dieser Richtung gebracht, aber die Zeit war viel zu kurz, und ich muss mich darauf beschränken, Ihnen einen Fall vorzulegen, der mir aber schwerer wiegt, wie hunderte von Beobachtungen am Lebenden; denn ich hatte das Glück den wirklichen Befund durch die Sektion festzustellen.

Der Fall ist folgender:

Ende Januar dieses Jahres erhielt ich durch die Güte des Herrn Professor Dr. Bollinger das Gehörorgan von einem 53jährigen Manne, der sich, nach Angabe der Verwandten, wahrscheinlich theilweise aus Gram über seine hochgradige Schwerhörigkeit Tags zuvor durch einen Schuss in die Brust getödtet hatte.

Die allgemeine Sektion (Dr. Frobenius) hatte ergeben: Schuss durch den obern linken Intercostalraum, Zwerchfell, Magen, Pankreas, die Wirbelsäule. Ausgedehnte Blutungen in die Bauchhöhle. Geringe Blutung in die linke Brusthöhle. Verdickung des Schädeldachs Leichte Pachymeningitis externa adhäsiva. Pachymeningitis interna am linken Stirnlappen.

Das rechte Schläfenbein wurde für mich herausgenommen, weil die Hinterbliebenen ihn als sehr schwerhörig bezeichnet hatten.

Bei der Spiegeluntersuchung des Trommelfells zeigte sich dasselbe im Ganzen leicht, im hintern obern Quadranten stärker getrübt. Der dreieckige Reflex ist an der normalen Stelle ganz verschwommen vorhanden, die Wölbung des Trommelfells zeigt keine Abweichung, wie das herumgereichte Spirituspräparat zeigt.

Um in solchen Fällen mit theilweise oder vollständig negativem Befund am Trommelfell an der Leiche Aufschluss darüber zu gewinnen, ob die Funktionsstörung im mittleren oder inneren Ohr zu suchen ist, an welchem Theil des Schallleitungsapparats sie sich im ersteren Falle lokalisirt, und wie hochgradig dessen Fixation ist, dazu halte ich es für unerlässlich, den Schallleitungsapparat vor jeder weiteren Präparation mit dem Labyrinth-Manometer und mit auf die Gehör-

knöchelchen aufgesetzten Fühlhebeln auf seine Beweglichkeit zu untersuchen[1]). Es ist dies nunmehr das 87. Schläfenbein, das ich in dieser Weise geprüft habe, und ich glaube, dass dieses allein schon die Mühe lohnen würde, welche ich nach dem Vorgange Politzer's auf diese Untersuchungsmethode verwendet habe.

Bei der Blosslegung des oberen Halbzirkelkanals wurden pneumatische Zellen eröffnet, welche den Kanal rings umgeben. Aus einer lateralwärts gelegenen Zelle, welche sich später bei der Präparation als der direkte Ausläufer des Antrum mastoid. erweist, quillt etwas gelbliches Serum mit Luftblasen hervor; bei Politzer's Verfahren wird das wenige vorhandene Sekret aus dieser Zelle herausgeschleudert. Auch unter der stellenweise durchsichtig dünnen Decke der Paukenhöhle sieht man ein paar Luftblasen sich bewegen — der Canalis semicirc. sup. selbst liegt ziemlich tief und am medialen Abhang der Eminentia can. semic.

Nach Einkittung des Manometerröhrchens in den Kanal erzielte Druck auf den intraduralen Sack des Aquaeductus vestibuli ein allmähliches langsames Steigen im Manometer um ca. 2 cm, während Druck auf den Aquaeductus cochleae und auf den Meat. audit. int. keine Bewegung macht, wie dies sonst in der Regel der Fall ist.

Die Beweglichkeit des Schallleitungsapparats selbst wurde zuerst bei uneröffneter Paukenhöhle geprüft.

Luftverdichtung sowohl als Verdünnung vom Gehörgange aus machten eine nur sehr kleine Bewegung im Labyrinthröhrchen. Bei Luftverdichtung bis zu einem Steigen von 11 cm im Wassermanometer (welcher den angewendeten Luftdruck misst), stieg die Flüssigkeit im Labyrinthröhrchen um $^1/_3$ mm; bei der gleich grossen Luftverdünnung vom Gehörgang aus, sank sie um $^1/_4$ mm, das ist nur ungefähr der vierte Theil der Hin- und Herbewegung, wie ich sie durchschnittlich am normalen Ohr gefunden habe, dieselbe ist bei diesem Falle überhaupt nur durch etwas stärkeren Druck im Gehörgang zu erzielen, und während am normalen Ohr die Inkursion zur Exkursion sich nahezu verhält wie 1 zu 3, ist hier das Verhältniss 4 zu 3.

Setzen wir dagegen den Schallleitungsapparat durch Luftdruckschwankungen von der Tuba aus in Bewegung, so ergibt sich im Labyrinth-Manometer eine Gesammtbewegung von $7^1/_2$ mm (und zwar positiver Theil $4^1/_2$, negativer Theil 3 mm). Diese Bewegungsgrösse, welche, wie ich dies nachgewiesen habe, durch Einwirkung auf das runde Fenster zu Stande kommt, entspricht an unserem Präparat den durchschnittlichen normalen Verhältnissen.

Nun wurde das Dach der Paukenhöhle entfernt.

Als jetzt bei offener Paukenhöhle von Neuem der Schallleitungsapparat durch Luftdruckschwankungen vom Gehörgang aus in Bewegung versetzt wurde, fehlte im Labyrinth-Manometer jede Spur von Bewegung. Die anfänglich vom Gehörgange aus bei geschlossener Paukenhöhle erhaltene Bewegung war also nicht durch Vermittlung der Gehörknöchelchenkette sondern durch direkte Uebertragung per Luft vom Trommelfell auf das runde Fenster zu Stande gekommen. Bei künstlichem Verschluss der Oeffnung im Tegmen tympani kommt sofort die anfänglich beobachtete kleine Bewegung im Labyrinthröhrchen wieder zum Vorschein, ein Beweis, dass das Labyrinth-Manometer noch wasserdicht eingekittet ist, trotzdem bei offener Paukenhöhle die Bewegung ausbleibt.

---

[1]) cf. Abhandl. I.

Ein 10 cm langer Fühlhebel auf den Hammerkopf aufgesetzt zeigt ein Bewegungsmaximum von 14 mm (4 positiv und 10 negativ), das ist etwa zwei Drittel der Gesammtbewegung, wie ich sie am normalen Ohr gefunden habe.

Derselbe Fühlhebel direkt hinter dem Hammerkopf auf den kurzen Schenkel des Ambos aufgesetzt zeigt ein Bewegungsmaximum von $2^{1}/_{4}$ mm ($^{1}/_{4}$ positiv und 2 negativ), das ist etwas über ein Drittel der durchschnittlichen Bewegung des Ambos wie am normalen Ohr.

Nun, meine Herren, die Deutung aller dieser experimentellen Ergebnisse ist eine einfache. Die Untersuchung per tubam hat gezeigt, dass die runde Fenstermembran ihre normale Beweglichkeit behalten hat, dagegen müssen wir mit Nothwendigkeit schliessen, dass der innerste Theil der Gehörknöchelchenkette, der Steigbügel fixirt ist. Hammer und Ambos, der letztere mehr als der erstere, sind zwar in ihrer Bewegung beschränkt, zeigen aber immer noch eine ausgiebige In- und Exkursion. Für ihre Beweglichkeitsbeschränkung findet sich kein anatomischer Grund, und wir sind gezwungen, auch diese auf die Fixation des Steigbügels zurückzuführen.

Die weitere Fortsetzung der Sektion bestätigte meine Schlussfolgerungen.

Die Durchschneidung des Ambos - Steigbügelgelenkes von oben gelingt auffällig leicht, ohne dass das Messer Knochen fühlt. Nach der Durchsägung des Schläfenbeines parallel dem Trommelfell zeigt sich das ungewöhnlich weite Antrum und die Paukenhöhle frei von weiterem Sekret. Die Schleimhaut erweist sich allenthalben in ihrer Dicke und Durchsichtigkeit als normal, nur findet sich, insbesondere auf der ganzen Innenwand der Paukenhöhle, eine rosige Injektion, in der indess die einzelnen Gefässe zu erkennen sind. Der Steigbügel selbst und seine Sehne zeigen keine Injektion. Das Steigbügelköpfchen trägt eine normale Knorpelfläche. *Druck auf das Steigbügelköpfchen sowie auf die Sehne des Stapedius*, welche letztere sich als auffällig schlaff erweist, *ergeben absolute Unbeweglichkeit des Stapes*. Seine beiden Schenkel ruhen direkt auf dem nach oben stark konvexen Promontorium auf.

Im inneren Ohr, welches vom Porus acusticus int. aus aufgebrochen wurde, finden sich ebenfalls keine nachweisbaren Veränderungen. Stücke der Lamina spiralis aus der ersten und zweiten Schneckenwindung wurden auch unter dem Mikroskop frisch untersucht unverändert gefunden. Ebenso zeigt die Membran des runden Fensters sowohl makroskopisch als mikroskopisch normale Verhältnisse.

Die Steigbügelfussplatte bietet, auch von innen her gesehen, nichts Auffälliges, ausser dass sie auch von hier aus als absolut unbeweglich sich erweist, wie aus dem Fehlen jeder Veränderung der Flüssigkeitsreflexe am Lig. annulare bei Bewegungsversuchen hervorgeht. In ihrer Stellung ist sie so fixirt, dass ihr hinteres Ende in den Vorhof hineindrängt, ihr vorderes Ende dagegen stark nach auswärts gerichtet ist. Der Steigbügel findet sich also in starker Exkursionsstellung fixirt. Die Periostauskleidung des Labyrinths erscheint in der Umgebung der Steigbügelfussplatte auffällig weiss.

Auch die beiden Binnenmuskeln der Paukenhöhle wurden mikroskopisch untersucht und zeigten normale Querstreifung. Zwischen den Muskel- und Sehnenfibrillen des Tensor tympani fand sich, der Norm entsprechend, viel Fettzellgewebe eingelagert.

Ob nun die nachgewiesene Unbeweglichkeit des Steigbügels bedingt war allenfalls durch bindegewebige oder knöcherne Verwachsung der Steigbügelschenkel mit dem Promontorium, auf dem sie direkt auflagen, oder durch

eine Verknöcherung oder Verkalkung des Lig. annulare, darüber konnte meines Erachtens nur die Maceration des Knochens mit Sicherheit entscheiden.

Ich lege Ihnen hier das macerirte Knochenpräparat vor. Der Steigbügel ist an demselben etwas beweglich geworden, seine Schenkel sind also nicht knöchern angewachsen; dagegen sehen Sie die Innenfläche der Fussplatte fast rings umgeben von einer weissen glatten Auflagerung auf der Labyrinthwand, welche nur nach rückwärts eine kleine Strecke der Circumferenz um die Fussplatte frei lässt. Nach aufwärts erstreckt sich die weisse Auflagerung bis zur Grenze der Ampulle des Canal. semicirc. horizont., nach abwärts ist sie noch eine Strecke in den Anfang der Scala vestib zu verfolgen. Sie ist jedenfalls als eine Kalkeinlagerung in das Periost aufzufassen und hat sich von hier in das Lig. annulare hinein fortgesetzt, denn der Steigbügel passt noch trotz der vollständigen Maceration und seiner jetzigen Beweglichkeit vollständig in die Lücke hinein, füllt die Fenestra ovalis aus und bleibt in derselben haften.

Sein volles Interesse gewinnt dieser Fall aber erst dadurch, dass ich nachträglich in meinem Krankenjournal Notizen über denselben fand. Derselbe war ungefähr 8 Monate vor seinem Tode für kurze Zeit in meiner Behandlung gestanden, und ich hatte mir damals folgenden Befund aufgezeichnet:

Diagnose: Otitis media catarrhalis chronica duplex. Trübe Trommelfelle. Seit 16 Jahren Schwerhörigkeit, zeitweise Sausen, kein Schwindel, ein Bruder schwerhörig. Hörweite des Patienten für leise Sprache rechts 6, links 4 cm. Stimmgabel vom Scheitel um circa 8 Sekunden verlängert. Rinne'scher Versuch rechts negativ 13 Sekunden. Auf die Perception hoher Töne war leider nicht geprüft worden. Katheterismus, besonders links, glatt durchdringend, bessert hier auf 6 cm. Eine weitere Besserung hat sich nach mehrmaligem Katheterismus nicht eingestellt.

Meine Herren! Es ist dies neben dem so eben von Politzer mitgetheilten der erste Sektionsbefund, welcher uns Aufklärung gibt über die path.-anatomischen Veränderungen, welche einem negativen Ausfall des Rinne'schen Versuchs zu Grunde liegen, und noch dazu betraf derselbe einen Patienten mit hochgradiger Verlängerung der Knochenleitung neben starker Schwerhörigkeit und dem entsprechend mit einem extrem negativen Ausfall des Rinne'schen Versuchs. Als Grund der Schwerhörigkeit fanden wir eine ausgedehnte Verkalkung des Lig. annulare und seiner Umgebung auf der Innenfläche, welche die Steigbügelfussplatte im frischen Zustande so weit fixirte, dass eine Bewegung derselben auch bei der durch das Labyrinth-Manometer gegebenen Vergrösserung nicht sichtbar zu machen war. Trotzdem war der Steigbügel nicht vollständig fixirt, wie die nachträgliche Loslösung desselben bei der Maceration erweist. Jedenfalls sind wir aber zu der Annahme berechtigt, dass durch die Kalkeinlagerung das Ringband in extremem Maasse verdickt und gespannt war, und es ist also mit diesem Falle der pathologisch-anatomische Nachweis geliefert, dass eine Fixation des Schallleitungsapparates, mag sie nun an irgend einer Stelle der Paukenhöhle oder wie hier auch von der Labyrinthfläche her bedingt sein, einen negativen Ausfall des Rinne'schen Versuches zur Folge hat und dies um so mehr, je straffer die Steigbügelfussplatte selbst fixirt ist.

III.

Statistische Ergebnisse über die diagnostische Verwendbarkeit des Rinne'schen Versuches
und eine daraus sich ergebende Erklärung für die physiologische Funktion des Schallleitungsapparates[1]).

Für die Untersuchung auf seine Funktion bietet das Gehörorgan, so viel auch unsere Hörmesser zu wünschen übrig lassen, doch eine Eigenthümlichkeit, welche es vor den anderen Sinnesorganen voraus hat; sie besteht darin, dass wir ihm die gleichen Erregungsreize auf zwei verschiedenen Wegen, sowohl per Luft als per Knochen, zuführen und dass wir von den Kranken die Intensitäts-Verhältnisse einer Tonquelle von der gleichen Stärke, welche successive per Luft und per Knochen einwirkt, direkt miteinander vergleichen und messen lassen können.

Seit der Entdeckung von E. H. Weber, dass eine auf den Scheitel aufgesetzte Stimmgabel in dem verschlossenen Ohre besser gehört wird, als in dem offen bleibenden, haben die Ohrenärzte diagnostische Schlüsse aus dieser Beobachtung zu ziehen gesucht, welche ebenso bei einfacher Obturation des Gehörganges wie bei den verschiedensten Störungen am Schallleitungsapparat als eine regelmässig wiederkehrende erkannt wurde[2]).

Der Weber'sche Versuch giebt uns nicht eine Vergleichung der Knochenleitung mit der Luftleitung, sondern nur eine Vergleichung der Knochenleitung zwischen dem stärker affizirten einen Ohre und dem weniger affizirten oder intakten anderen.

Um die Luft und die Knochenleitung eines Untersuchten miteinander zu vergleichen, können wir in dreifacher Weise vorgehen:

---

1) Zeitschrift für Ohrenheilkunde, XVII, 1887.

2) Im Lehrbuch von Schwartze, Bd. I, S. 54, finden sich einige historische Notizen über Benützung der Knochenleitung zu diagnostischen Zwecken, welche bis zum Jahre 1509 zurückreichen.

I. Die einfachste Methode, um die Luft- oder, wie wir sagen können, aëro-tympanale Leitung mit der osteo- oder kranio-tympanalen, wie sie, dem in Wirklichkeit von ihr eingeschlagenen Wege entsprechend[1]), von Hensen genannt worden ist, zu vergleichen, besteht darin, dass wir eine angeschlagene Stimmgabel, die möglichst frei von Obertönen ist, zuerst vor dem Ohre und dann, nachdem sie noch einmal angeschlagen, von irgend einer Stelle des Schädels abklingen lassen. Diese Methode setzt voraus, dass beide Male ein gleich starker Anschlag an der gleichen Stelle der Stimmgabel stattfindet. Für die Knochenleitung bleibt aber trotzdem eine sehr wesentliche Fehlerquelle bestehen, welche in der Unmöglichkeit liegt, den Druck ganz gleichmässig zu bemessen, mit welchem die Stimmgabel auf den Schädel aufgesetzt wird.

II. Methode. Theilweise wird dieser Fehler vermieden, wenn wir sowohl die a. t. als die o. t. Leitung des kranken Ohres durch diejenige eines normalen, z. B. unseres eigenen Ohres, ergänzen, indem wir messen, um wie viel die Stimmgabel von dem letzteren länger oder umgekehrt kürzer gehört wird und die so gewonnenen Differenzen zum Vergleiche miteinander heranziehen.

Die III. Methode, der Rinne'sche Versuch, nimmt ausschliesslich Rücksicht auf den Rest von Zeit, um welchen die Stimmgabel per a. t. Leitung oder, unter pathologischen Verhältnissen, per o. t. Leitung von dem geprüften Ohre selbst noch weiter gehört wird, als durch die andere Leitung.

Obgleich Rinne diesen Versuch an die Spitze seiner bereits 1855 mitgetheilten Beiträge zur Physiologie des menschlichen Ohres stellte, sein immer konstantes Ergebniss am gesunden Ohre hervorgehoben und auch seine Bedeutung für unsere differentielle Diagnose schon richtig erkannt hat, blieb derselbe doch praktisch unverwerthet, bis im letzten Jahrzehnt Lucae durch seine konsequente Verwendung dieser Untersuchungsmethode bei den chronischen Formen von Schwerhörigkeit mit sonstigem negativen Befund es erreicht hat, wieder die allgemeine Aufmerksamkeit der Fachkollegen derselben zuzuwenden.

Die sämmtlichen eben aufgezählten Methoden wurden seitdem von einer Reihe von Autoren mit Zuhilfenahme sonstiger Hörprüfungen und Untersuchungsmomente auf ihren diagnostischen Werth geprüft und theils die eine, theils die andere als die brauchbarere in den Vordergrund gestellt; trotzdem sind wir noch weit davon entfernt, eine Einigung darüber erzielt zu haben, welche derselben den theoretischen Anforderungen und praktischen Bedürfnissen am Besten entspricht.

In den letzten 6 Jahren habe ich, ohne die übrigen Methoden zu vernachlässigen, in jedem Falle, wo bei wenig ausgesprochenen oder ganz

[1]) cf. Abhandlung II.

mangelnden Veränderungen am Trommelfelle und bei der Auskultation die Diagnose zwischen Erkrankung des schallzuleitenden und schallpercipirenden Apparates zweifelhaft bleiben musste, den Rinne'schen Versuch zur Entscheidung herangezogen und in den letzten 3 Jahren auch in jedem einzelnen Falle die Zeit seines Ausfalles in Zahlen mir notirt.

In der Versammlung befreundeter Ohrenärzte zu München (1885[1]) habe ich auch eine theoretische Erklärung dafür zu geben gesucht, warum die o. t. Leitung in oft so auffälliger Weise die a. t. Leitung bei den am-Schallleitungsapparate spielenden Prozessen an Dauer übertrifft: Als die wesentliche Ursache, welche die Knochen- gegenüber der Luftleitung begünstigt, wurde von mir die vermehrte Anspannung des Leitungsapparates bezeichnet, wie wir eine solche in der grossen Mehrzahl der Mittelohr-Erkrankungen als vorliegend annehmen dürfen.

Für viel schwieriger halte ich es, an einem grösseren Krankenmaterial den statistischen Nachweis für die Bedeutung und die praktische Verwerthbarkeit des Rinne'schen Versuches zu erbringen, um so mehr, als in der letzten Zeit bereits eine Reihe von statistischen Untersuchungen mitgetheilt worden ist, welche nur zum kleineren Theile unseren Voraussetzungen ungefähr entsprechende, meist zweifelhafte, theils sogar ziemlich negative Resultate geliefert haben.

Betrachten wir zunächst theoretisch die oben genannten verschiedenen Methoden auf die relative Zuverlässigkeit, welche jede derselben zu geben verspricht, so verlangt der Weber'sche Versuch vom Kranken, dass er sein Augenmerk gleichzeitig auf die Gehörseindrücke beider Seiten richtet und sich entscheidet, welcher von beiden überwiegt oder, bei mehr ausgesprochener Differenz, in welche Seite der Ton ausschliesslich klingt. Bereits v. Troeltsch hat in seinem Lehrbuch hervorgehoben, wie schwer dies vielen auch intelligenten Kranken fällt. Es gilt dies insbesondere gerade für die chronischen Fälle, für welche die Knochenleitung uns so ziemlich allein übrig bleibt, um einen diagnostischen Entscheid zu geben, während bei den akuten und subakuten Mittelohrkatarrhen und Eiterungen, ebenso bei den auf die Tuba beschränkten Prozessen die Angaben der Kranken in dieser Beziehung gewöhnlich viel präciser lauten. Wie häufig die chronischen Affektionen sich ziemlich gleichmässig auf beiden Seiten geltend machen, davon soll die unten folgende Zusammenstellung ein Bild geben. In diesen letzteren Fällen müssen wir auf eine Entscheidung durch den Weber'schen Versuch natürlich von vorneherein verzichten.

Bei den drei oben genannten Methoden, welche uns zur Vergleichung der a. t. und o. t. Leitung dienen, hat der Kranke nicht die relative Stärke des beide Seiten gleichzeitig treffenden Schallreizes abzuwägen

[1]) cf. Abhandlung II.

sondern er hat die Grenze der Hörbarkeit sowohl für die o. t. als für die a. t. Leitung nacheinander zu bestimmen: es handelt sich also dabei ausschliesslich um die zweimalige Feststellung eines Schwellenwerthes für den Kranken. Ebenso wie die Reizschwelle als bequemes und relativ zuverlässiges Hilfsmittel einer grossen Reihe von psychophysischen und physiologischen Untersuchungen, speziell auch für das Gehörorgan, zu Grunde gelegt ist, erscheint es zweckmässig, uns des gleichen Mittels auch für unsere diagnostischen Prüfungen des kranken Ohres zu bedienen. Nach Vierordt[1]) „können allerdings die Empfindungsstärken zweier Individuen nicht direkt miteinander verglichen werden, wohl aber ihre Schwellenempfindungen, von denen wir selbstverständlich und ganz unbestreitbar annehmen müssen, dass sie gleich inhaltlich sind", weshalb auch diesen Messungen „gar nichts Subjektives anhaftet".

Dass die Fehler bei Bestimmung der Schwellenwerthe des Hörvermögens nur relativ klein ausfallen, geht auch aus einer grösseren Untersuchungsreihe von Hessler[2]) hervor, welche er an sich selbst mit Stimmgabeln angestellt hat. Trotzdem von demselben stark tönende und langsam ausklingende Stimmgabeln benützt wurden, fielen die Zahlenunterschiede in seinen einzelnen Versuchsreihen so gering aus, dass sie gegen die Dauer der Hörbarkeit seiner Stimmgabeln im Ganzen, wenigstens für Messungen zu praktischen Zwecken, nicht in Betracht zu kommen brauchen.

Welche von den angeführten drei Methoden für die Prüfung des Verhältnisses zwischen o. t. und a. t. Leitung wir vorziehen und als die regulär in allen Fällen durchzuführende wählen sollen, das hängt meines Erachtens mehr von praktischen Erwägungen ab.

Bei der ersten Methode muss zunächst an einer grösseren Reihe von normalen Gehörorganen die Zeitdauer für die Hörbarkeit der benützten Stimmgabel in Luft- und Knochenleitung festgestellt werden, da wir eine Normalstimmgabel noch nicht besitzen. Bei den Methoden II und III ist dagegen eine vorausgehende Bestimmung der normalen Schallzeit für die Stimmgabel nicht nothwendig. Ebenso sind wir bei diesen beiden Methoden auch unabhängig von der Stärke des Anschlages der Stimmgabel. Wenn wir bei der II. Methode nur die Zeit messen, welche zwischen der Schwellenempfindung des kranken und unseres gesunden Ohres sowohl für die a. t. als die o. t. Leitung verläuft und bei der III. Methode, dem Rinne'schen Versuch, ausschliesslich an dem kranken Ohre die Zeit messen, welche zwischen der Schwellenempfindung beim Hören durch die Knochenleitung und der Schwellenempfindung

---

1) Die Schall- und Tonstärke etc. Tübingen 1885.
2) Arch. f. Ohrenheilkunde. Bd. XVIII, S. 227.

beim Hören durch die Luftleitung liegt, oder umgekehrt, so ist es gleichgültig, wie stark die Stimmgabel ursprünglich geklungen hat, und die an einer Reihe von Kranken in der gleichen Weise gefundenen in Sekunden ausgedrückten Zahlenwerthe sind unmittelbar miteinander vergleichbar, wenn sie nur mit ein und derselben Stimmgabel angestellt sind. Um Ermüdung zu vermeiden, wird man natürlich immer gleich mit einem möglichst schwachen Ton beginnen.

Da bei der grossen Zahl von Kranken, für welche wir dieser Untersuchung zur Feststellung der Diagnose bedürfen, die Nothwendigkeit, sie in Anwendung zu ziehen, täglich so und so oft an uns in der Praxis herantritt, so haben wir auch Rücksicht zu nehmen auf die Zeit, welche die verschiedenen Methoden für sich in Anspruch nehmen, und werden derjenigen den Vorzug geben, welche uns am Raschesten brauchbare Resultate giebt. Wir müssen um so mehr darauf bedacht sein, bei den einzelnen Versuchen Zeit zu sparen, als die übereinstimmenden Untersuchungsergebnisse Anderer ebenso wie meine eigenen es als unbedingt wünschenswerth erscheinen lassen, in jedem Falle mit mehreren, zum Mindesten mit zwei Stimmgabeln von weit auseinander liegender Tonhöhe zu prüfen.

Am Raschesten ausführbar und am Wenigsten ermüdend ist der Rinne'sche Versuch. Wir erfahren durch denselben allerdings nicht direkt, um wieviel das Hörvermögen gegenüber einem gesunden Ohre in a. t. und in o. t. Leitung verkürzt oder für letztere verlängert ist, aber er giebt uns dafür dasjenige Verhältniss an, welches erfahrungsgemäss bei den uns hier interessirenden Erkrankungsformen den grössten Schwankungen unterliegt und welches daher für ihre Differenz den prägnantesten Zahlenausdruck darstellt. Ausserdem ist die Angabe Rinnes, dass am gesunden Ohre der Versuch immer gleichmässig positiv ausfällt, von allen Autoren übereinstimmend bestätigt.

Nothwendig erscheint es allerdings, den Rinne'schen Versuch wenigstens durch die Prüfung der o. t. Leitung mittelst der II. Methode zu ergänzen. Nachdem bereits aus der durch Roosa veranlassten Arbeit Emerson's[1]) zu ersehen war, wie häufig die Knochenleitung eines erkrankten Ohres die Leistungsfähigkeit des gesunden in dieser Beziehung übertrifft, hat insbesondere Schwabach in seiner statistischen Zusammenstellung über den Werth des Rinne'schen Versuches[2]) etc. sein spezielles Augenmerk darauf gerichtet, um welche Zeit eine auf den Scheitel aufgesetzte Stimmgabel vom Schwerhörigen kürzer oder länger gehört wird als vom Normalhörenden, und hat in dem positiven oder negativen Ausfalle dieses Versuches eine wesentliche weitere Stütze für

[1]) Zeitschr. f. Ohrenhlk. Bd. XIII., S. 53.
[2]) Zeitschr. f. Ohrenhlk. Bd. XIV, S. 61.

unsere Differentialdiagnose zwischen Erkrankungen des mittleren und inneren Ohres gefunden.

Für den Rinne'schen Versuch wird seit Jahren von mir die in den Händen der Musiker befindliche a^I-Stimmgabel verwendet, von der ich ein Exemplar besitze, das bei mittelstarkem Anschlage obertönefrei ist. Die Länge ihrer Zinken beträgt 8,2 cm, ihre Breite $9^1/_2$, ihre Dicke etwas über 3 mm. Der dünn am Bogen ansitzende Stiel endet in einem runden Knopfe. Frei in der Luft abschwingend klingt dieselbe für den Normalhörenden 80 Sekunden, auf den Scheitel aufgesetzt 11 Sekunden und dann per Luft am Ohre noch weiter bis zu 30 Sekunden.

Obgleich ihr Ton um ein ziemliches Stück höher in der Skala liegt, als die bisher in der Regel von den Autoren zum Rinne'schen Versuch benützten Gabeln c und c^I, so wird die unten folgende Zusammenstellung doch zeigen, dass mit diesem mittleren Tone der musikalisch verwertheten Skala noch so auffällig verschiedene Werthe mittelst des Rinne'schen Versuches zu erhalten sind, dass uns diese Stimmgabel schon für sich allein meist diagnostisch genügende Resultate zu geben vermag.

In der letzten Zeit ist mir eine zweite tiefe Stimmgabel zur Kontrolle und Ergänzung der Ergebnisse mit a^I unentbehrlich geworden. An einer grossen Kontra-A-Stimmgabel mit einem drei Oktaven tiefer liegenden Ton, welche ich mir fertigen liess und deren Zinken ohne den Griff 35 cm lang sind, wirken die Obertöne zu störend, andererseits ist sie durch ihre Grösse für den gewöhnlichen Gebrauch unhandlich. Dagegen habe ich eine allerdings ebenfalls ziemlich grosse A-Stimmgabel (zwei Oktaven tiefer als a^I) erhalten, welche mir sowohl für die Prüfung der Knochenleitung allein, als für den Rinne'schen Versuch, wie die unten folgenden Tabellen zeigen werden, so wesentliche Dienste leistet, dass ich ihre Anwendung in der von mir benutzten Form empfehlen kann. Die Länge der Zinken beträgt 25 cm, ihre Breite 19 und ihre Dicke $7^1/_2$ mm. Ursprünglich waren auch an dieser Stimmgabel die Obertöne sehr störend. Durch eine einfache Vorrichtung konnte ich dieselben soweit eliminiren, dass sie jetzt bei mässig starkem Anschlage nicht mehr hörbar sind. Es wurde nämlich um den Stiel ein Eisenring gelegt und an Stiel und Basis der Zinken angelöthet. Versuche haben ergeben, dass, wenn dieser Ring in genügender Breite den Bogen der Gabel mit den beiden Knotenpunkten deckt, die Obertöne gänzlich, sogar bei starkem Anschlage, verschwinden, wobei allerdings die Gabel auch an Intensität ihres Grundtones beträchtlich verliert. Lässt man nun den Ring zu beiden Seiten so weit abfeilen, dass die Obertöne bei starkem Anschlage gerade erscheinen,

so erhält man gleichzeitig wieder eine stärkere Intensität des Grundtones, der bei mässigem Anschlage auch obertönefrei ist.

Diese Stimmgabel wird nach mittelstarkem Anschlage frei in der Luft schwingend circa 90 Sekunden lang vor dem normalen Ohre gehört. Auf den Scheitel aufgesetzt klingt sie durchschnittlich 24 und per Luft am Ohre noch weitere 42 Sekunden.

Leider ist es nicht allein die Grösse und die Form der Gabeln, von welcher ihre Schwingungsstärke und insbesondere das Vorhanden sein von mehr oder weniger intensiven Obertönen abhängig ist, sondern auch das Material, aus welchem dieselben gefertigt sind. Eine in ihrer Form und Grösse der obigen gleiche Stimmgabel, welche ich für das Ambulatorium anfertigen liess, tönt zwar so ziemlich ebenso lang, aber sie ist durchaus nicht so frei von Obertönen ausgefallen, was mir durch eine etwas zu starke Härtung des Stahls bedingt zu sein scheint. Die Resultate, welche mit der letzteren zu erhalten sind, unterscheiden sich wesentlich von denen der bisher benutzten A-Gabel, welche für die unten folgenden Tabellen zur Verwendung kam, indem viel seltener sich Fälle finden, in denen sie per Luft überhaupt unhörbar ist, was bei meiner von Anfang an in Gebrauch stehenden Stimmgabel, wie wir sehen werden, ganz auffällig häufig vorkommt.

Die A-Stimmgabel hat ein Gewicht von 860, die a^{I}-Stimmgabel von 60 g. Das grosse Gewicht der ersteren ist zwar für den Gebrauch etwas unbequem, bringt uns aber andererseits auch einen Vortheil für die Gleichmässigkeit der mit ihr gewonnenen Untersuchungsresultate. Auf die Dauer der Knochenleitung ist, wie oben bereits erwähnt, unter Anderem auch die Stärke des Druckes von Einfluss, mit welchem die Stimmgabel auf den Scheitel aufgesetzt wird. Je stärker der Druck, d. h. je vollkommener die Berührung mit der Knochenunterlage ist, desto ungehinderter wird der Schallabfluss auf dieselbe stattfinden, desto rascher wird also die Stimmgabel abklingen. Der verwendete Druck lässt sich nun bei der grossen Stimmgabel in sehr einfacher Weise für jede Untersuchung gleichmässig reguliren, wenn wir den Griff der senkrecht auf den Scheitel aufgesetzten Gabel nur leicht in der Hand halten und sie, ohne einen Druck auf den Schädel auszuüben, durch ihre eigene Schwere wirken lassen. Damit ist eine Fehlerquelle ausgeschlossen, welche jeder Untersuchung mit kleineren Stimmgabeln, auch mit der von mir verwendeten a^{I}-Stimmgabel gemeinsam anhaftet.

Eine Feststellung der Brauchbarkeit des Rinne'schen Versuches und der übrigen Methoden von Stimmgabel-Untersuchungen auf statistischem Wege hat ihre ganz besonderen Schwierigkeiten. Es ist bekannt genug, wie

mangelhaft fundirt unsere Differentialdiagnose zwischen den chronischen Erkrankungen des Schallleitungs- und Schallperceptions-Apparates in allen den Fällen ist, wo uns am Lebenden positive Symptome von Seiten des Trommelfelles und des Paukenhöhleninhaltes, andererseits nervöse Symptome und in dieser Richtung verwerthbare anamnestische Momente fehlen. Wie vorsichtig wir in der Beurtheilung von oft verhältnissmässig hochgradigen Veränderungen am Trommelfelle für unsere Diagnose des der Schwerhörigkeit zu Grunde liegenden Leidens sein müssen, ist ebenfalls seit v. Troeltsch oft genug hervorgehoben worden, und habe ich auch für das kindliche Lebensalter gelegentlich meiner „Schuluntersuchungen"[1]) gründlich erfahren.

Wenn wir daher irgend welche bindende Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen des Rinne'schen Versuches und der übrigen Stimmgabel-Untersuchungen ziehen wollen, so dürfen wir unseren Zusammenstellungen nicht, wie dies allgemein in den statistischen Mittheilungen über den Rinne'schen Versuch geschehen ist, die von uns gestellten allgemeinen Diagnosen für unsere Beurtheilung zu Grunde legen. Wenn der Maasstab, welchen wir anlegen, selbst ein durchaus unzuverlässiger ist, so werden auch die Antworten auf die Fragen, welche wir an das Untersuchungsmaterial stellen, zweifelhaft und unentschieden ausfallen müssen.

Wir können aber auch den umgekehrten Weg gehen und bei der Eintheilung der Fälle nicht von unserer allgemeinen Diagnose, sondern von dem Ausfalle des Rinne'schen Versuches selbst ausgehen. Derselbe zeigt, wenigstens bei einer grossen Anzahl von Schwerhörigkeiten, so kolossale Unterschiede in seinem Verhalten, dass Irrthümer auch von Seiten weniger intelligenter Kranken zum Mindesten für diese Fälle mit ziemlicher Sicherheit ausgeschlossen sind. Der gleichmässig positive Ausfall des Rinne'schen Versuches am normalen Ohre berechtigt uns zu der Annahme, dass auch den auffälligen Abweichungen, welche wir so häufig in seinem Verhalten bei Schwerhörigen beobachten, rein physikalische Ursachen im Ohre selbst zu Grunde liegen, wie wir sie für seinen gleichmässigen Ausfall in der Norm anzunehmen gezwungen sind.

Es lassen sich in dieser Beziehung besonders zwei Gruppen scharf scheiden: die eine, bei welcher trotz hochgradiger Schwerhörigkeit der Rinne'sche Versuch annähernd gleich ausfällt wie im normalen Ohre, die andere, bei welcher die Knochenleitung an Dauer die Luftleitung nicht nur erreicht, sondern mehr oder weniger bedeutend überwiegt. Wegen der Beeinflussung der Knochenleitung

---

[1]) Zeitschr. f. Ohrenhlk. Bd. XIV u. XV und Separatausgabe, Bergmann, Wiesbaden 1885.

durch das gesunde Ohr thun wir gut, für unsere Vergleichung vorerst einseitig Schwerhörige ganz auszuschliessen, ebensowenig können wir eine Entscheidung von Fällen erwarten, in denen der Rinne'sche Versuch auf der einen Seite positiv, auf der anderen Seite negativ gefunden wird; auch von diesen Fällen müssen wir vorerst absehen.

Finden wir nun, dass auch die übrigen Stimmgabel-Untersuchungen in jeder der beiden obigen differenten Gruppen eine gewisse Uebereinstimmung unter sich zeigen, und dass ferner sonst eine grössere Anzahl von Eigenthümlichkeiten in der Symptomenreihe bei jeder derselben in einer gewissen Regelmässigkeit wiederkehrt, so sind damit neue verlässige Anhaltspunkte für die Verwerthbarkeit des Rinne'schen Versuches gewonnen.

Diesen Weg habe ich in der Zusammenstellung der unten folgenden Tabellen eingeschlagen, in denen mir das Verhalten des Rinne'schen Versuches bei Verwendung der a^1-Stimmgabel als Grundlage der Eintheilung gedient hat.

Um ein Urtheil zu gewinnen, wie häufig dieser Versuch uns ein ausschlaggebendes Resultat zu liefern vermag, ist in den Tabellen die Gesammtzahl der hier in Betracht kommenden Schwerhörigen, welche während des ersten Halbjahres 1886 in meiner Privatpraxis zur Beobachtung kamen, aufgenommen worden. Diese Tabellen umfassen also alle diejenigen von Januar bis Juli 1886 beobachteten Fälle, in welchen bei intaktem Trommelfelle die Inspektion sowohl wie die Luftdouche mangelhafte oder keine Anhaltspunkte für die Ursache der vorliegenden Schwerhörigkeit gab; ausgeschlossen aus den Tabellen sind alle akuten und subakuten katarrhalischen Formen, ferner alle Tubenprozesse und alle chronischen Mittelohrkatarrhe mit gleichzeitig ausgesprochener Tubenaffektion und Ansammlung von Sekret, ebenso alle als Folgezustände von vorausgegangener Otitis media purulenta erkennbaren Formen, also alle ausgedehnteren Narben und Verkalkungen im Trommelfelle[1]), endlich die Fälle von einseitiger vollständiger Taubheit.

Leider entbehren die gegebenen Tabellen mit Rücksicht auf die einzelnen Untersuchungsmomente der wünschenswerthen Vollständigkeit, weil ich theils im Anfange überhaupt nicht alle Momente berücksichtigte, theils in einzelnen Fällen mir die Vollendung der Untersuchung auf ein nächstes Mal aufsparte und nicht mehr durchführen konnte. Trotzdem scheue ich mich nicht, diese Zusammenstellungen vorzulegen, sie sollen ja eben zeigen, in wie weit eine allgemeine Verwendung des Rinne'schen Versuches im Drange der Praxis durchführbar ist. Hat einmal ein

---

[1]) Ein Theil der letzteren folgt zur Vergleichung in einer gesonderten Tabelle.

bestimmter Gang der Untersuchung allgemeines Bürgerrecht erlangt, so ist zu hoffen, dass auch seine Durchführung regelmässiger eingehalten wird.

Was die Ausführung des Rinne'schen Versuches betrifft, so wurde die a^{I}-Stimmgabel, nach mittelstarkem Anschlage mit einer ihrer Kanten auf die Kante einer Leiste von weichem Holz, senkrecht auf die Warzenfläche unter der Crista temporalis ohne Berührung der Muschel fest aufgesetzt und der Moment des Abklingens mit der Sekundenuhr kontrollirt. Ebenso wie dies in den statistischen Arbeiten von Schwabach[1]) und Rohrer[2]) geschehen, wurde nun die Zeit gemessen, welche sie noch, mit ihren Zinkenenden direkt vor der Concha gehalten, in der Luft weiterklingt, und diese Zeit in Sekunden als der Ausdruck für den positiven Ausfall des Versuches notirt. Wenn die Stimmgabel nach dem Abklingen vom Knochen per Luft nicht mehr gehört wurde, so habe ich mich dagegen nicht einfach mit diesem Ergebnisse der Untersuchung begnügt, wie dies bis jetzt allgemein geschehen ist, sondern es wurde nun der Versuch auch in umgekehrter Richtung angestellt, indem die mittelstark angeschlagene Stimmgabel zuerst frei schwingend vor das Ohr gehalten wurde. Sobald sie hier für die Luftleitung abgeklungen hat, wird sie auf den Warzentheil aufgesetzt und die Zeit ebenfalls in Sekunden gemessen, welche sie allenfalls hier noch weiter forttönt.

Ganz in der gleichen Weise wie mit der a^{I}-Stimmgabel wurde der Rinne'sche Versuch auch mit der A-Stimmgabel ausgeführt, nur wurde die o. t. Leitung hier nicht vom Warzentheile, sondern vom Scheitel aus gemessen, einestheils weil die letztere noch unvollkommener als die erstere auf ein Ohr zu lokalisiren ist, andererseits weil vom Scheitel, wie oben ausgeführt, der Druck, mit welchem die A-Stimmgabel aufgesetzt wird, gleichmässiger zu reguliren ist, indem man sie einfach durch ihre Schwere wirken lässt.

Für den Ausfall des Rinne'schen Versuches wurde eine Reihe von Abkürzungen gewählt, welche noch einer kurzen Erörterung bedürfen. Die Bezeichnung „positiv" und „negativ" möchte ich nicht gerne für denselben entbehren und ich würde, um nach dem Vorschlage Politzer's[3]) Verwirrungen zu vermeiden, lieber für den Weber-schen Versuch andere Bezeichnungen, z. B. W. im sch. (schlechteren) und W. im b. (besseren Ohr), wählen, weil wir es bei demselben nicht mit Zahlenwerthen wie beim Rinne'schen Versuche zu thun haben.

---

[1]) l. c.

[2]) Der Rinne'sche Versuch etc. Zürich 1885.

[3]) Protokoll über die VII. Versamml. süddeutsch. u. schweiz. Ohrenärzte in München. Rohrer, Aerztl. Intelligenzbl. (jetzt Münchener med. Wochenschr.) Nr. 23, 1885.

Die bei diesem letzteren Versuche gefundene Sekundenzahl stellt die Differenz zwischen der Zeitdauer der Luftleitung und der Knochenleitung dar. Bezeichnen wir die Zeitdauer der a. t. Leitung mit t und diejenige der o. t. Leitung mit ϑ, so ist

$$t - \vartheta = x.$$

Ueberwiegt die Luftleitung über die Knochenleitung, wie dies regelmässig am normalen Ohre der Fall ist, so wird x eine positive Zahl, überwiegt dagegen die Knochenleitung, so wird dasselbe eine negative Zahl werden.

Fallen die Zeitdauer t und ϑ gleich lang aus, d. h. wird die Stimmgabel, wenn sie vom Knochen ausgeklungen hat, per Luft direkt am Ohre nicht mehr gehört und umgekehrt auch nicht mehr vom Knochen, wenn sie vor dem Ohre ausgeklungen hat, so ist $x = \pm 0$.

Wird die Stimmgabel vom Knochen überhaupt nicht gehört, sondern nur eine beliebige Zeit in der Luftleitung, so wird in dem obigen Ausdruck $\vartheta = 0$, also $x = + t$.

Fällt dagegen die Luftleitung ganz aus und besteht bloss Knochenleitung von beliebiger Zeitdauer, so ist $t = 0$ und also $x = - \vartheta$.

Ist endlich sowohl die Knochenleitung als die Luftleitung für eine Stimmgabel ganz aufgehoben, so wird auch die Differenz zwischen beiden gleich 0 und soll auch im Folgenden einfach mit 0 bezeichnet werden.

Wenn wir von dem letzteren Falle absehen, welcher nur ausnahmsweise bei noch vorhandenem geringem Hörvermögen für Konversationssprache vorkommt, so können wir also für den verschiedenen Ausfall des Rinne'schen Versuches die folgenden fünf Bezeichnungen einführen, zwischen welchen sich derselbe bewegt:

$$+ t, \ + x, \ \pm 0, \ - x, \ - \vartheta,$$

wobei x in der Zahl der Sekunden ausgedrückt wird, um welche Luft- oder Knochenleitung überwiegt.

Die folgende Tabelle Ia und Ib enthält alle diejenigen von Januar bis Juli 1886 in meinem Privat-Ambulatorium beobachteten Fälle, bedenen doppelseitige Schwerhörigkeit ohne wesentliche Veränderungen sowohl am Trommelfelle als bei der Luftdouche vorlag und der Rinne-sche Versuch mit der a^{I}-Stimmgabel negativ ausfiel.

In der Rubrik 3 ist die Hörweite für Flüstersprache, resp. wo diese nur mehr unsicher direkt am Ohre oder gar nicht verstanden wurde, für mittellaute Konversationssprache in Centimetern verzeichnet.

Da sich mir bei der Untersuchung einer Zahl von 1282 kindlichen Gehörorganen [1]) in einem Raume von 20 Meter Diagonale ergeben hat, dass die relativ grösste Zahl von Gehörorganen (207) eine Hörweite von 20 und mehr Meter aufwiesen, während auf 19 Meter schon nur mehr 146 trafen und von hier ab für jeden Meter weniger eine kleinere Zahl von Gehörorganen gefunden wurde, so kann als normale Hörweite für meine Flüstersprache in Centimetern nach dem Ausdruck von Prout-Knapp $\frac{2000}{2000}$ angenommen werden, und ist zu jeder in der Rubrik 3 angegebenen Ziffer für Flüstersprache der Nenner 2000 zu ergänzen, zu der Hörweite für Konversationssprache aber, da diese ungefähr auf die dreifache Distanz gehört wird, der Nenner 6000. Bei Gelegenheit der Schuluntersuchungen hat sich mir ferner ergeben, dass meine Flüstersprache nahezu in derselben Entfernung wie Politzer's Hörmesser percipirt wird; ich glaubte daher auf die spezielle Prüfung mit dem letzteren verzichten zu dürfen, da uns doch das Verständniss der Sprache weitaus am Meisten interessirt und ihre Verwendung als Hörmesser mit den in der citirten Arbeit angegebenen Kautelen genügend sichere Resultate zu geben vermag.

Die Rubrik 4 enthält in ihrer ersten Abtheilung (a) den Ausfall des Rinne'schen Versuches mit Stimmgabel a^{I} in Sekunden ausgedrückt, in ihrer zweiten Abtheilung (b) 1. den Weber'schen Versuch, welcher je nach seinem Ausfalle als „i. bess.“, oder „i. schl.“, oder, wo die Kranken den Ton überhaupt nicht in ein bestimmtes Ohr zu verlegen vermochten, als „unentschieden“ bezeichnet wurde und 2. die Dauer des Abklingens von Stimmgabel a^{I} auf dem Scheitel; die positiven Zahlen bedeuten hier die Zeit in Sekunden, um welche die Kranken mit verlängerter o. t. Leitung dieselbe auf dem Scheitel noch weiterhörten, nachdem sie bei mir an der gleichen Stelle abgeklungen hatte, und umgekehrt die negativen Zahlen die Zeit, um welche die Kranken mit verkürzter o. t. Leitung dieselbe in Vergleich mit meiner eigenen o. t. Leitung kürzer hörten.

Die Rubrik 5a und b enthält ganz in derselben Weise die Ergebnisse mit der Stimmgabel A für den Rinne'schen Versuch, den Weber'schen Versuch und die Dauer vom Scheitel. Nur wurde aus dem oben angegebenen Grunde auch der Rinne'sche Versuch vom Scheitel, nicht vom Warzenfortsatze angestellt.

In Rubrik 6 ist die obere Tongrenze angegeben, bis zu welcher das Galton'sche Pfeifchen als pfeifend gehört wurde, und zwar nach der an demselben angegebenen Eintheilung in Einern und Zehnteln.

---

[1]) Schuluntersuchungen über das kindliche Gehörorgan. l. c.

Für die sämmtlichen Untersuchungen wurde ein und dasselbe Instrument verwendet, dessen obere Tongrenze, an einigen normalen Ohren gemessen, ungefähr bei 2,0 Theilstrichen liegt. Eine ganz exakte Bestimmung auf Zehntel ist schon deshalb schwierig, weil für die Erzeugung der Töne nicht gleichgiltig ist, in welcher Stärke das Pfeifchen durch den Druck auf den Ballon angeblasen wird; bei starkem Anblasen kommt ein schwacher Ton noch bis 1,7 zu Stande. Es wurde deshalb immer nur ein schwacher Druck auf den Ballon bei den Messungen verwendet.

Ferner habe ich an drei verschiedenen Exemplaren des Galtonpfeifchens, welche ich mir von dem Instrumentenmacher Walter-Biondetti in Basel kommen liess, konstatirt, dass die obere Tongrenze bei den verschiedenen Instrumenten durchaus nicht immer an derselben Stelle der am Instrument angegebenen Skala lag, sondern um mehrere Zehntel differirte. Es ist deshalb für jedes einzelne Instrument zunächst nothwendig, die Stelle seiner Eintheilung an normalen Gehörorganen zu bestimmen, welche der oberen Tongrenze entspricht.

Nach etwaigem Vorhandensein von subjektiven Geräuschen, Schwindel, Heredität und Paracusis Willisiana wurde in jedem Falle speziell gefragt, im Uebrigen bedürfen die weiteren Rubriken 7—14 keiner Vorbemerkungen.

Tabelle Ia.

Negativer Ausfall des

Doppelseitige Affektion.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel	6. Galton's Pfeifchen.	7. Trommelfellbefund.
1	14	r.	Fl. 12	— 5	unent-	— 22	+ 12	2,1	Normal.
		l.	Fl. 12	— 6	schieden.	— 20		2,2	Normal.
2	33	r.	Fl. 18	— 5	i. schl. — 3	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 4	— 7		—	—	—	Normal.
3	30	r.	Fl. 2	— 7	unentsch. + 3	—	—	—	Stark weisser Limbus.
		l.	Konv. 8	— 5		—	—	—	Item.
4	38	r.	Fl. 8	— 5	unentsch. — 3	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 7	— 6		—	—	—	Normal.
5	17	r.	Fl. 6	— 8	i. schl. ± 0	— ϑ	i. schl. + 12	2,3	Im Centrum trüb.
		l.	Fl. 8	— 8		— 21		2,3	Item.
6	32	r.	Fl. 18	— 8	i. schl. ± 0	— 24	i. schl. + 21	1,9	Intensivweisse Trübung entlang der hinteren Peripherie.
		l.	Fl. 6	— 8		— ϑ		2,3	Item und streifige Trübungen um den Hammergriff.
7	57	r.	Fl. 7	— 8	unentsch. + 3	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 6	— 9		—	—	—	Normal.

Rinne'schen Versuches.
weibliches Geschlecht.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
—	—	—	—	Beginn nach Salicylmedikation. Früher Tonsillotomie.	Seit mehreren Jahren	Katheterismus dringt kontinuirlich und stark ein und bessert r. auf 20, l. auf 30 cm.
Zeitweise Klopfen.	—	—	—	Seit Erysipel.	8 J.	Kath. kontinuirlich bess. r. auf 30 cm.
Zeitweise Sausen.	—	Schwester	—	Verschlechterung nach Katarrhen und Kopfschmerzen.	1 „	Kath. kontinuirlich, mässig stark, bess. r. Fl. auf 4, l. Konvers. auf 15. cm.
Kontinuirl. Sausen.	Oefters Schwindelanfälle.	—	—	Nach einer „Gebärmutter-Entzündung“ im achten Wochenbett.	3 „	Kath. kontinuirlich bess. r. auf 12, l. auf 9 cm.
Zeitweise Sausen.	—	Mutter und zwei Vaterschwestern.	Hört unter starkem Geräusch (z.B.b. den Manövern während des Schiessens) besser.	—	3 „	Kath. kontinuirlich bess. r. auf 8, l. auf 15 cm.
Kontinuirl. Sausen.	Schwindelanfälle.	Vater.	Hört in der Eisenbahn besser.	—	Seit Kindheit.	Kath. kontinuirlich, stark, bess. vor 3 Jahren rechts, jetzt nicht mehr. Schubweise Verschlechterung. Damals Rinne V. beids. mit a^{I} + 10. Donnern wird schlecht gehört, ebenso die Zahlen 4 und 8.
Kontinuirl. Sausen.	—	Vater.	—	—	18 J.	Kath. kontinuirlich.

1. No.	Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^I. a) Rinne V. vom Warzentheil.	b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen	7. Trommelfellbefund.
8	35	r.	Konv. 3	— 6	i. bess. — 5	— ϑ	+ x	2,5	—
		l.	Konv. 6	— 7		— ϑ		2,0	—
9	26	r.	Fl. 50	— 6	unentsch. ± 0	—	—	—	Stark getrübte breite periphere Zone als hinterer Trübungsstreifen beginnend.
		l.	Fl. 25	— 5		—	—	—	Item.
10	32	r.	Fl. 10	— 8	i. schl. ± 0	—	—	2,2	Normal.
		l.	Fl. 18	— 7		—	—	1,8	Normal.
11	32	r.	Fl. 25	— 5	unentsch. ± 0	—	—	2,0	Normal.
		l.	Fl. 25	— 6		—	—	2,2	Normal.
12	33	r.	Fl. 35	— 5	i. schl. + 5	— 15	i. schl. + 10	2,2	Normal.
		l.	Fl. unsicher.	— 9		— ϑ		2,3	Normal.
13	30	r.	Fl. 12	— 8	i. schl. + 5	— ϑ	+ 14	2,0	Leichte diffuse rothe Färbung, sonst normal.
		l.	Fl. 8	— 5		— ϑ		2,1	Item.
14	45	r.	Fl. 5	— 6	i. bess. — 5	— ϑ	—	2,0	Diffuse Trübung und dunkler cirkumskripter Fleck.
		l.	Fl. 15	— 6		— x	—	2,0	Normal.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Kontinuirl. Sausen.	Etwas Schwindel.	Väterl. Grossvater.	Beim Dreschen u. Orgelspiel in der Kirche Besserhören.	Verschlechterung nach Stehen im kalten Wasser während der Menses.	Seit Jugend	Kath. kontinuirlich bess. r. auf 6 cm.
Kontinuirl. Sausen.	Etwas Schwindel beim Schliessen der Augen.	Väterl. Grossvater und Vaterbruder.	—	Seit einer „typhösen Erkrankung", wo sie 24 Stunden taub gewesen sein soll, Verschlechterung.	4 J.	Kath. kontinuirlich bess. nicht.
Zeitweise Sausen.	—	—	—	—	Seit Jahren	Kath. r. kontinuirlich bess. nicht, l. Nasendifformität.
Kontinuirl. Sausen.	—	Schwester	Hört im Lärm ganz gut.	—	4 J.	Kath. macht kein deutl. Anschlagegeräusch, bess. nicht.
Zeitweise Sausen.	—	Vater im höheren Alter.	Hört auf der Bahn besser als ihr guthörender Bruder, den sie versuchsweise mitgenommen hat.	Nach Zahnextraktion Gesichtsschmerz; seitdem datirt sie ihre Schwerhörigkeit.	2 „	Kath. kontinuirlich, stark bess. nicht.
—	—	—	Sehr auffälliges Besserhören bei allem Lärm.	—	8 „	Kath. kontinuirlich bess. nicht, successive Zunahme der Schwerhörigkeit seit 3 Jahren konstatirt.
—	Zeitweise kurz dauernder Schwindel.	—	—	Seit 4 Jahren Anosmie, eitrige Rhinitis, Borken im Nasenrachenraum. Lues?	1 „	Kath. kontinuirlich bess. allmählich r. auf 20, l. auf 25 cm.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^I. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen.	7. Trommelfellbefund.
15	26	r.	Fl. 7	— 5	i. schl. ± 0	— x	—	2,0	Normal.
		l.	Fl. 3	— 9		— x	—	2,0	Leichte diffuse Röthung.
16	54	r.	Konv. unsicher.	— 6	i. bess. — 2	— ϑ	+ x	4,0	Leichte diffuse Trübung.
		l.	Konv. 3	— 5		— ϑ		4,5	Item.
17	42	r.	Fl. 3	— 10	unentsch. — 2	— x	—	2.0	Normal.
		l.	Fl. 3	— 11		— ϑ	—	2,0	Normal.
18	26	r.	Fl. 3	— 7	unentsch. — 2	—	—	—	Obere Hälfte leicht getrübt.
		l.	Fl. 6	— 4		—	—	—	Normal.
19	24	r.	Fl. 60	— 3	i. bess. + 3	—	—	—	Cirkumskripte Trübungen.
		l.	Fl. 10	— 7		— ϑ	—	—	Item.
20	35	r.	Fl. 5	— 8	i. schl. ± 0	—	—	—	Leichte diffuse Trübung.
		l.	Fl. 3	— 5		—	—	—	Item.
21	37	r.	Fl. 10	— 7	unentsch. ± 0	— 19	+ 8	3,5	Normal.
		l.	Fl. 10	— 7		— 19		3,5	Normal.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Kontinuirl. Sausen.	In letzter Zeit Schwindelanfälle.	Schwester nach Entbindung.	—	—	½ J.	Kath. kontinuirlich bess. nicht.
Zeitweise Sausen.	Früher Schwindel.	—	—	—	Mehrere Jahre.	Kath. kontinuirlich bess. r. nicht, l. auf 4 cm, Lucae's Drucksonde bess. nicht weiter.
Kontinuirl. Sausen.	Hie und da Schwindel.	Vater und Bruder hatten Ohrensausen.	—	—	6 J.	Kath. kontinuirlich stark bess. nicht, Delstanche's Rarefakteur scheint den Hammergriff nicht zu bewegen, bess. r. auf 4, l. auf 6 cm.
Zeitweise Sausen.	—	—	—	—	?	Kath. r. in starkem, l. in schwächerem Strome bess. r. auf 10, l. auf 15 cm.
Kontinuirl. Klopfen und Sausen, verschwindet l. während Drucks auf die Carotis.	Zeitweise Schwindel.	—	—	—	3 J.	Kath. kontinuirlich bess. nicht.
Kontinuirl. Sausen.	—	—	—	3 Wochen post partum nach einer Morphium-Injektion trat Sausen ein und besteht seitdem.	6 „	Kath. kontinuirlich bess. nicht.
—	—	Vater im höheren Alter schwerhörig.	Hört in der Eisenbahn bedeutend besser.	—	13 „	Kath. Lucae's Drucks. und Delstanche's Rarefakteur bess. nicht. Letzterer scheint den Hammergriff nicht zu bewegen.

No	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a[I]. a) Rinne V. vom Warzentheil.	b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen	7. Trommelfellbefund.
22	30	r.	Fl. 7	— 10	i. schl.	—	—	—	Radiäre Streifung des dreieckigen Reflexes.
		l.	Fl. 125	± 0		—	—	—	Normal.
23	30	r.	Konv. 6	— 4	i. schl. — 5	— ϑ	—	3,0	Diffuse rosige Färbung, sonst normal.
		l.	Konv. 20	— 4		— x	—	2,0	Item.
24	42	r.	Fl. 7	— 6	— 2	—	—	—	Leichte intermediäre Trübung.
		l.	Fl. 5	— 6		—	—	—	Normal.
25	33	r.	Fl. 3	± 0	unentsch. — 6	—	—	—	Leichte intermediäre Trübungen.
		l.	Konv. 8	— 4		—	—	—	Item.
26	46	r.	Konv. 5	— 6	unentsch. — 3	— ϑ	+ 10	—	Normal.
		l.	Konv. 5	— 8		— ϑ		—	Normal.
27	28	r.	Fl. 100	— 7	unentsch. ± 0	— 22	+ 7	2,0	Normal.
		l.	Fl. 100	— 6		— 22		1,9	Normal.
28	40	r.	Fl. 20	— 8	i. schl.	— x	+ 10	2,0	Normal.
		l.	Fl. 5	— 12		— 27		2,2	Normal.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleich-gewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Kontinuirl. Sausen, bei äusserem Geräusch erträglicher.	—	Mutter, mütterl. Tante und Bruder.	—	—	r. seit Kindheit	Kath. kontinuirlich ohne Besserung. Successive Verschlechterung seit Jahren. Im vorigen Jahre l. noch Fl. 250 cm und Rinne V. mit a^{I} + 8.
Kontinuirl. Sausen, Klopfen, zeitweise Knallen.	Zeitweise starker Schwindel, bes. nach Schneuzen	Grossmutter im Alter.	Hört auf der Eisenbahn vielleicht etwas besser.	—	4 J.	Kath. r. wegen Nasendifformität nicht ausführbar, l. in schwach. Strome, die entstehendeu Konvexitätsreflexe bleiben auffällig lange stehen. Kath. Lucae's Drucksonde u. Delstanche's Rarefakteur bess. nicht.
Kontinuirl. „Sausen und Hacken".	—	Zwei Schwestern.	—	Post partum nach starkem Blutverlust und schwerer Allgemeinerkrankung.	13 „	Kath. kontinuirlich u. stark und Delstanche's Rarefakteur bess. nicht, letzterer bewegt deutlich den Hammergriff. Lucae's Drucksonde bess. r auf 20, l. auf 8 cm.
Kontinuirl. Sausen.	Viel Schwindelanfälle.	—	—	Post partum vor 2 Jahren.	2 „	—
—	—	—	—	—	4 „	—
Kontinuirl. „Brausen und Wallen".	—	Vater, väterl. Onkel und väterl. Grossmutter.	Glaubt bei äusseren Geräuschen besser zu hören.	—	½ „	Kath. in schwachem Strome bess. nicht Successive Verschlechterung im Verlaufe des nächsten halben Jahres bis auf 50 cm beiderseits.
Zeitweise Sausen, Grillenzirpen und Glockenläuten.	—	Mütterl. Grossvater und mütterl. Onkel stark schwerhörig.	Sehr gutes Hören auf der Eisenbahn.	—	10 „	Vor einigen Jahren brachte Kath. noch Besserung, jetzt nicht mehr. Successive Verschlechterung seit Jahren. Donnern wird sehr schlecht gehört.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. Stimmgabel a^{I}. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen	7. Trommelfellbefund.
29	20	r.	Fl. 12	— 5	± 0	— ϑ	+ 18	2,2	Normal.
		l.	Fl. 25	— 7		— ϑ		2,0	Verkalkung des vorderen Grenzstranges.
30	36	r.	Fl. 40	— 9	unentsch. + 3	— 15	unentsch. — 12	1,9	Normal.
		l.	Fl. 250	— 3		— 12		1,9	Normal.
31	48	r.	Fl. 25	— 5	± 0	— ϑ	+ 17	2,7	Leichte diffuse Trübung.
		l.	Fl. 30	— 7		— 24		2,3	Item.
32	56	r.	Konv. 4	— 8	unentsch. — 3	— ϑ	+ 16	4,5	Normal.
		l.	Konv. 5	— 8		— ϑ		3,3	Normal.
33	29	r.	Fl. 5	— 9	unentsch. ± 0	— ϑ	+ 15	3,0	Normal.
		l.	Fl. 3	— 12		— ϑ		3,2	Normal.
34	23	r.	Fl. 35	— 10	i. schl.	— 25	i. schl. + 18	2,5	Leichte Trübung der vorderen peripheren Zone.
		l.	Fl. 6	— 11		— 25		2,8	Item.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleich-gewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
—	—	Vater und Bruder schwerhörig.	—	—	1/2 J.	Zeitweise Druck u. Stechen im Ohre. „4 u. 8“ werden am Schlechtesten gehört.
Kontinuirl. Sausen.	—	—	Hört bei Geräuschen besser.	—	16 „	Kath. in kontinuirlich. starkem Strome bess. nicht.
Zeitweise Sausen.	—	Schwester u. Mutter schwerhörig.	Hört bei Geräuschen besser.	Pharyngitis granulosa.	7 „	Kath. in kontinuirlich. schmalem Strome bess. früher, jetzt nicht mehr. Gleichmässige Verschlechterung seit Jahren.
Zeitweise Sausen.	—	Vater mit 70 Jahren schwerhörig.	—	—	21 „	Kath. in kontinuirlich. mittelstarkem Strome bess. r. nicht, l. auf 12 cm. Seit 2 Jahren langsame Verschlechterung.
Kontinuirl. starkes Sausen.	Bei rascher Bewegung häufig Schwindel.	—	Hört in der Eisenbahn auffällig besser.	—	?	Kath. in kontinuirlich. schmalem Strome bess. r. auf 6 cm, l. nicht. Keine Verschlechterung in den letzten 3/4 Jahren.
Kontinuirl. Sausen.	—	Beide Grossmütter im Alter schwerhörig.	—	Verschlechterung während eines Typhus vor 4 Jahren, ebenso zweimalige bedeutende Verschlechterung während der Gravidität.	Seit Jahren	Kath. in kontinuirlich. schwachem Strome bess. nicht. Die Zahl „4“ wird am Schlechtesten u. Donnern nur selten gehört. Vor 2 Jahren war r. noch Hörweite f. Fl. 250 cm und Rinne V. mit a^I hier + 16, l. dagegen Hörweite u. Rinne schon damals wie jetzt.

Tabelle Ib.

Negativer Ausfall des

Doppelseitige Affektion,

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^I. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen.	7. Trommelfellbefund.
1	41	r.	Fl. 3	– 5	unentsch. + 4	—	—	2,5	Vorne oben radiärer Trübungsstreifen.
		l.	Fl. 3	— 4		—	—	2,5	Item.
2	33	r.	Fl. 5	— 5	i. bess. ± 0	—	—	—	Diffuse Trübung.
		l.	Konv. 5	— 5		—	—		Item u. halbmondförmige Trübung der h. Hälfte vom k. Forts. beginnend.
3	30	r.	Fl. 5	— 5	unentsch. ± 0	—	—	—	Geringe streifige Trübungen.
		l.	Fl. 12	— 6		—	—	—	Item.
4	31	r.	Fl. 10	— 5	i. bess. — 3	—	—	3,0	Normal.
		l.	Fl. 4	— 6		— ϑ	—	3,5	Normal.
5	56	r.	Konv. 15	— 6	i. bess. — 5	— ϑ	—	4,5	Exostosen an der vord. u. hint. Wand u. vor d. k. Forts., glanzlos.
		l.	Konv. 3	— ϑ		— ϑ	—	4,0	Item, Exostosen grösser.
6	25	r.	Fl. 8	— 7	i. schl. ± 0	—	—	—	Trübungen in der hint. Hälfte.
		l.	Fl. 40	— 6		—	—	—	Item.
7	46	r.	Fl. 12	— 6	unentsch. ± 0	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 25	— 5		—	—	—	Normal.

Rinneschen Versuches.
männliches Geschlecht.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Zeitweise Sausen.	—	—	Im Fahren versteht er seinen Heizer sehr gut.	Lokomotivführer. Beginn nach Rheumatismus.	2 J.	Kath. in kontinuirlich. starkem Strome bess. nicht.
Kontinuirl. Sausen.	—	Vater.	—	Nervöse Erscheinungen, Fluxionen zum Kopf etc.	4 „	Kath. in kontinuirlichem Strome bess. r. nicht, l. auf 8 cm Konv.
Kontinuirl. Sausen.	—	—	—	—	1/2 „	Kath. in kontinuirlichem Strome bess. nur l. auf 18 cm.
Zeitweise Glockenläuten.	—	Vater.	—	—	Mehrere Jahre.	Kath. in kontinuirlichem Strome mit etwas hohem Ton bess. nicht, ebenso wenig Delstanche's Rarefakteur und Lucae's Drucksonde.
Zeitweise Sausen.	—	Schwester	—	—	Viele Jahre.	Kath. in kontinuirlichem mittelstarkem Strome bess. r. auf 18 cm, l. nicht.
—	—	Vater und zwei Brüder.	—	—	1 1/2 J.	Kath. in kontinuirlichem schwachem Strome bess. r. auf 15, l. auf 50 cm.
—	—	Bruder hochgradig schwerhörig mit mangelhafter Sprache.	—	—	Seit Jugend	Kath. in kontinuirlichem starkem Strome und Lucae's Drucksonde bess. nicht.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^I. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. Stimmgabel a^I. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen.	7. Trommelfellbefund.
8	21	r.	Fl. 12	— 10	± 0	— x	—	2,0	Ganz leichteintermediäre Trübungen.
		l.	Fl. 18	— 10		— x	—	2,0	Item.
9	28	r.	Konv. 7	— 7	unentsch. — 4	—	—	—	Diffuse Trübung.
		l.	Konv. 4	— 7		—	—	—	Item.
10	23	r.	Fl. 4	— 10	i. schl. + 5	—	—	2,0	Normal.
		l.	Fl. 30	— 7		—	—	2,0	Normal.
11	41	r.	Konv. 5	— 10	± 0	— ϑ	+ 15	2,5	Normal.
		l.	Konv. 8	— 10		— ϑ		3,7	Dreieck. Reflex radiär gestreift, hinten eine dunklere vorgewölbte Stelle.
12	18	r.	Fl. 50	— 5	unentsch. + 5	— 14	+ 15	1,6	Normal.
		l.	Fl. 50	— 5		— 17		1,6	Normal.
13	37	r.	Fl. 10	— 6	i. bess. ± 0	— ϑ	+ 19	2,0	Kurzer Reflex hint. dem k. Fortsatz.
		l.	Fl. 15	— 8		— ϑ		2,2	Normal.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
—	—	Mütterl. Grossvater im höheren Alter schwerhörig.	—	—	6 J.	Kath. in continuirlichem sehr starken Strome bess. r. nicht, l. auf 22 cm.
Zeitweise Sausen.	—	—	—	—	?	Kath. bess. r. auf 10 cm Conv., l. nicht.
Continuirl. Sausen.	—	—	—	—	4 J.	Kath. bess. nur l. auf 40 cm Delstanche's Rarefacteur wölbt exact mit Hammergriff vor ohne Besserung.
Zeitweise Sausen.	Hie u. da Schwindel in der letzten Zeit.	Mütterl. Grossvater später schwerhörig.	Besserhören in der Eisenbahn.	—	Seit Kindheit.	Kath. in continuirlichem Strome, Lucae's Drucksonde, Delstanche's Rarefacteur u. Hommel'sche Traguspresse ohne Erfolg.
—	—	Väterl. Grossvater im Alter und mütterl. Tante hochgradig schwerhörig.	—	Verschlechterung bei Allgemeinkatarrhen.	1 J.	Kath. in continuirlichem Strome bess. l. auf 70 cm.
—	—	—	Auffälliges Besserhören bei Geräuschen und auf der Eisenbahn.	--	Seit Jugend	Kath. in continuirlichem Strome bess. nur l. auf 20 cm.

1. No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. Stimmgabel a^{I}. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen.	7. Trommelfellbefund.
14	26	r.	Fl. 18	— 6	unentsch.	— ϑ	+ 12	2,0	Normal.
		l.	Fl. 20	— 5	+ 5	— ϑ		2,0	Normal.
15	54	r.	Fl. 10	— 7	i. schl.	— ϑ	+ 15	4,7	Starke streifige Trübungen.
		l.	Fl. 25	± 0	— 3	— 14		2,3	Hinterer Trübungsstreifen und weissliche Trübung des vord. Grenzstrangs.

Rubrik 1. Das Alter vertheilte sich folgendermassen auf die obigen 49 untersuchten Individuen:

Alter zwischen	10—19 Jahren	 3	Kranke,
„ „	20—29 „	 13	„
„ „	30—39 „	 19	„
„ „	40—49 „	 9	„
„ „	50—57 „	 5	„

7 mal bestand die Schwerhörigkeit bereits seit der Jugend; in der Mehrzahl der Fälle datirte sie eine Reihe von Jahren zurück. Es scheint demnach die hier vorliegende Form von Erkrankung, wenn auch nicht gerade häufig in den Kinderjahren, so doch in der Regel in den früheren Jahrzehnten, beiläufig zwischen 20 und 40 Jahren ihren Anfang zu nehmen.

Rubrik 3. Die Hörweite betrug unter den 98 hier zusammengestellten Gehörorganen 74 mal unter 20 cm für Flüstersprache, unter den übrigen 24 nur 4 mal 100 und mehr cm.

Rubrik 4a. Das Ergebniss des Rinne V. mit Stimmgabel a^{I} unter den 98 Gehörorganen war

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Kontinuirl. Sausen.	—	—	Auffälliges Besserhören auf der Eisenbahn.	—	8 J.	Kath. bess. nicht.
Kontinuirl. Ton rechts.	Manchmal kurzdauernde Schwindelanfälle.	Mutter schwerhörig.	—	Seit einem Kanonenschuss, an deren Seite er stand, Klingen und Schwerhörigkeit, Pharyngitis chron. Förster.	34 J.	Kath. in kontinuirlichem schmalem Strome bess. r. auf 12 cm.

1 mal — 9 (bei Hörweite für Konversationssprache 3 cm),
12 „ — 10 bis — 12,
82 „ zwischen — 3 und — 9,
3 „ ± 0.

Rubrik 4b. Der Ausfall des Weber V. mit Stimmgabel a^I vertheilt sich folgendermassen auf die 49 untersuchten Individuen:

12 mal musste derselbe wegen gleicher oder nahezu gleicher Hörweite unentschieden bleiben,
9 „ fiel er trotz verschiedener Hörweite beiderseits unentschieden aus,
15 „ wurde der Ton in's schlechtere Ohr,
8 „ in's bessere Ohr verlegt,
5 „ fehlen Notizen über sein Verhalten.

Die Perceptionsdauer der a^I-Stimmgabel vom Scheitel fiel unter den 49 Untersuchten

19 mal mit der meinigen zusammen,
10 „ übertraf sie dieselbe um 3 bis 5 Sek.,
16 „ blieb sie um 2 bis 6 Sek. hinter derselben zurück,
4 „ wurde sie nicht gemessen.

Rubrik 5a. Der Rinne V. mit Stimmgabel A wurde bei 58 der untersuchten Gehörorgane ausgeführt; sein Ergebniss war:

32 mal — ϑ*), d. h. die A-Gabel wurde per Luft gar nicht gehört, wohl aber vom Scheitel,

18 „ zwischen — 12 und — 25,

8 „ — x, d. h. die Zeitdauer wurde nicht genauer notirt.

Rubrik 5b. Der Weber V. mit Stimmgabel A fiel in den wenigen darauf untersuchten Fällen fast ausschliesslich zu Gunsten des schlechteren Ohres aus.

Die Perceptionsdauer für Stimmgabel A vom Scheitel wurde an 22 der obigen Individuen mit der meinigen verglichen, dieselbe war 21 mal um 8 bis 21 Sek. verlängert, nur 1 mal, bei einem Individuum, dessen Angaben auch sonst Zweifel an seiner Verlässigkeit wachrufen, um 12 Sek. verkürzt.

Rubrik 6. Die obere Perceptionsgrenze für hohe Töne fiel unter den 64 mit dem Galtonpfeifchen untersuchten Gehörorganen

27 mal normal und übernormal, zwischen 2,0 und 1,6,

37 „ unternormal, zwischen 2,1 und 4,5 aus.

Rubrik 7. Das Trommelfell fand sich unter 98 untersuchten Gehörorganen

50 mal normal,

27 „ ergab die Spiegeluntersuchung circumscripte Trübungen in verschiedenen Regionen, darunter 3 mal hinteren Trübungsstreifen,

11 „ diffuse Trübungen,

4 „ leichte diffuse rosige Färbung,

2 „ radiäre Streifung des dreieckigen Reflexes,

1 „ einen Reflex hinter dem kurzen Fortsatze,

1 „ Verkalkung des vorderen Grenzstranges und

2 „ Exostosen vor dem kurzen Fortsatze, ausserdem 2 mal dunklere Stellen im Trommelfelle.

Rubrik 8. Subjektive Geräusche fehlten unter den 49 Individuen nur 11 mal;

23 mal waren sie kontinuirlich und

15 „ zeitweise vorhanden.

Nur 1 mal war das kontinuirliche Geräusch während des Druckes auf die Carotis zum Verschwinden zu bringen. Die Geräusche hatten weitaus am Häufigsten den Charakter des Sausens, doch ist auch das

*) *Nachträgliche Anmerkung:* Zu dieser Zahl ist zu bemerken, dass die benützte A-Gabel nur einen mittelstarken Anschlag zuliess, wenn Obertöne ausgeschlossen werden sollten. Bei starkem Anschlag wäre, wie ich mich später mit der belasteten A-Gabel überzeugt habe, diese Zahl viel kleiner ausgefallen.

Hören von Tönen, Grillenzirpen, Glockenläuten etc. von einzelnen Kranken dieser Tabelle gemeldet.

Rubrik 9. Gleichgewichtsstörungen: 14 unter den 49 Individuen klagten über zeitweise Schwindelanfälle, die aber meist wenig charakteristisch waren, theilweise nur bei besonderem Anlass, Schneuzen oder Schliessen der Augen, eintraten und niemals den vollen Symptomenkomplex von Ménière boten.

Rubrik 10. Hereditätsmomente lagen unter den 49 Kranken 29 Mal, also in 59,2% vor, wobei nur die Ascendenten und Geschwister berücksichtigt sind, und zwar waren davon 17 einfach, 8 zweifach und 4 dreifach belastet, d. h. es fanden sich 1, 2 oder 3 schwerhörige Glieder in ihrer Familie bis zu den Grosseltern incl.

Rubrik 11. Paracusis Willisiana wurde unter den 49 Erkrankten 16 Mal, theils spontan, theils auf Befragen, gemeldet. Dieselbe sprach sich meist am Deutlichsten während der Eisenbahnfahrt aus.

Rubrik 12. Unter den übrigen ätiologischen Momenten kehrt bei den Frauen relativ am Häufigsten eine Coincidenz des Eintrittes der Schwerhörigkeit oder einer bedeutenden Verschlechterung mit dem Wochenbett wieder, nämlich unter 34 weiblichen Kranken 5 Mal. Nasen- und Nasenrachenkatarrhe fanden sich bei dieser Form nicht häufiger vor, als sie wohl auch unter Normalhörenden vorkommen. Alle diejenigen Fälle, in denen Erscheinungen von Seiten des Ohres vorlagen, welche auf eine Fortpflanzung durch die Tuba hindeuteten, wurden ja von vorneherein aus den Tabellen ausgeschlossen.

Rubrik 13 und 14. Die Dauer des Prozesses hatte sich gewöhnlich bereits über Jahre erstreckt und das Hörvermögen verschlechterte sich, theils nach der Anamnese, theils unter fortgesetzter Beobachtung, meist ganz allmählich ohne plötzliche Schübe, abgesehen vom Einflusse des Puerperiums.

Der Luftstrom drang bei dem Katheterismus in der grossen Mehrzahl der Fälle ohne Hinderniss in die Mittelohrräume und das entstehende Auskultationsgeräusch hielt sich meist in der Breite des Normalen. Einige Male schien es bei der Verwendung des Delstanche'schen Raréfacteurs, als ob der Hammergriff mangelhaft oder nicht beweglich sei, in anderen Fällen war dagegen anscheinend ungehinderte Beweglichkeit desselben durch Luftverdünnung im äusseren Gehörgange zu konstatiren.

Bezüglich des Geschlechtes ist zu bemerken, dass das männliche mit 30,6, das weibliche mit 69,4% bei dieser Form vertreten ist.

Im Gegensatze zu Tabelle Ia und Ib enthält die folgende Tabelle IIa und IIb alle diejenigen doppelseitigen Affektionen mit sonstigem negativem Befunde, bei welchen sich der Rinne V. mit a^I als wenig oder nicht verkürzt positiv ergab.

Tabelle II a.

Wenig oder nicht verkürzter positiver

Doppelseitige Affektion,

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^I. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. Stimmgabel a^I. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen	7. Trommelfellbefund.
1	77	r.	Fl. 4	+ 15	unentsch. — 5	—	—	2,2	Leichter hinterer Trübungsstreifen und Andeutung von Falte.
		l.	Fl 4	+ 13		—	—	2,0	Leichter hinterer Trübungsstreifen.
2	82	r.	Fl. 3	+ 12	i. bess. — 5	—	—	2,0	Hinterer Trübungsstreifen.
		l.	Konv. 60	+ 12		—	—	9,0	Item.
3	54	r.	Fl. 10	+ 16	unentsch. — 6	+ 20	i. bess. — 8	3,2	Weisser schmaler Limbus.
		l.	Fl. 50	+ 17		+ 22		1,7	Item.
4	38	r.	Fl. 5	+ t	vom Scheitel 0	+ t	vom Scheitel 0	3,0	Etwas diffuse Trübung.
		l.	Fl. 4	+ t		+ t		3,5	Item.
5	57	r.	Fl. 20	+ 18	— 6	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 15	+ 14		—	—	—	Normal.

Ausfall des Rinne'schen Versuches.
männliches Geschlecht.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Seit 2 Jahren starkes Sausen wie von einem brausenden Fluss im Schlafe störend.	Zeitweise kurze Schwindelanfälle, wobei er, um nicht zu fallen, einige Schritte vorwärts getrieben wird.	—	—	Hat in den Centralwerkstätten an den Dampfhämmern gearbeitet, „wo alle schwerhörig werden".	Seit Jahren	Kath. kontinuirlich mit hohem Tone, bess. nicht.
Kontinuirl. Sausen.	—	—	—	—	2 J.	Kath. bess. nicht. Allmähliche Verschlechterung, r. u. l. A. per a. t. L. gehört.
—	—	—	—	—	3 „	Kath. in schmalem Strome bess. nicht. Seit 2 Jahren l. keine, r. Abnahme um die Hälfte. Empfindlichkeit geg. starke Geräusche.
Seit Beginn Geräusche verschiedenartigsten Charakters „wie auf dem Volksfest".	Im Beginn ½ Jahr lang fortdauernde Schwindelanfälle mit Erbrechen, jetzt nur mehr zeitweise.	—	—	Vor 20 Jahren Lues und Inunktionskur. Beginn mit charakteristischem Schwindelanfall.	2 „	Kath. in kontinuirlichem ziemlich starkem Strome bess. r. auf 10, l. auf 5 cm. Auch a u. a^II nur per a., nicht per o. t. L. gehört.
Kontinuirl. Singen.	Oefters Schwindel.	—	—	—	1¼ „	Kath. in kontinuirlichem Strome bess. nicht, Jodkali längere Zeit fort ebensowenig. Abnahme in 1 Jahr um die Hälfte.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel	6. Galton's Pfeifchen.	7. Trommelfellbefund.
6	33	r.	Fl. 4	+ t	v. Scheitel 0	+ t	vom Scheitel 0	2,0	Normal.
		l.	Konv. 3	+ t		0		2,0	Normal.
7	60	r.	Fl. 12	+ 24	i. bess. — 4	+ t	vom Scheitel 0	2,0	Kurzer scharfer hinterer Trübungsstreifen.
		l.	Fl. 3	+ 14		+ t		2,0	Item.
8	35	r.	Fl. 400	+ 26	unentsch. ± 0	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 400	+ 25		—	—	—	Normal.
9	65	r.	Fl. 5	+ 23	unentsch. — 5	+ t	vom Scheitel 0	2,0	Leichter hinterer Trübungsstreifen.
		l.	Fl. 4	+ 19		+ t		2,5	Normal.
10	38	r.	Fl. 20	+ 20	v. Scheitel 0	+ t	v. Scheitel 0	2,0	Normal.
		l.	Fl. 7	+ 24		+ t		2,0	Normal.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Kontinuirl. Sausen seit Beginn.	Schwindelanfälle seit 2 Jahren, seit 14 Tagen Verschlechterung mit charakteristischen Anfällen.	—	—	—	2 J.	Kath. in kontinuirlichem Strome bess. nicht. Pilokarpinkur.
—	—	Zwei Tanten, zwei Brüder u. zwei Schwestern sind etwas schwerhörig.	—	Nach Kanonenschuss Dumpfheit im l. Ohr, die nicht mehr schwand. Eifriger Scheibenschütze und Jäger.	Seit Jahren	Kath. r. unausführbar, l. in kontinuirlichem Strome mit hohem Ton durchdr. bess. nicht, l. Tonlücken für die Stimmgabeln a^{II} und fis^{IV}.
—	—	—	—	Arbeiter in den Centralwerkstätten.	?	—
—	—	Väterl. Grossvater.	—	Vor 30 Jahren wohlcharakterisirte Lues. Vor 3 Jahren kurzer hemiplegischer Anfall mit Aphasie etc.	10 J.	Kath. in kontinuirlichem Strome bess. nicht, Jodkali. Die Zahl „7“ wird am Schlechtesten gehört.
Zeitweise Sausen.	—	Mutter, mütterl. Tante u. Grossmutter schwerhörig.	Behauptet, beim Fahren auf der Eisenbahn besser zu hören.	Vor 10 Jahren Lues, seitdem keine Manifestationen derselben.	Seit Jugend etwas schwerhörig.	Kath. kontinuirlich, in stark. Strome, verschlechtert etwas. Im Verlaufe von 2 Jahren r. Abnahme um die Hälfte, l. um $^2/_3$.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. Stimmgabel a^{I}. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen	7. Trommelfellbefund.
11	46	r.	Konv. unsicher.	+ t	v. Scheitel 0	0	v. Scheitel 0	4,0	Diffus trüb und glanzlos, kleine Reflexe über dem k. Fortsatz.
		l.	Konv. 3	+ t		+ t		5,0	Diffus trüb, kleine Reflexe über dem k. Fortsatz.
12	15	r.	Fl. 18	+ 21	i. bess. — 6	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 25	+ 15		—	—	—	Normal.
13	23	r.	Fl. 3	+ t	unentsch. — 3	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 3	+ 17		—	—	—	Trübungen um den k. Fortsatz.
14	42	r.	Fl. 3	+ 18	i. bess. ± 0	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 5	+ 16		—	—	—	Normal.
15	47	r.	Fl. 15	+ 10	— 6	+ t	v. Scheitel 0	2,0	Normal.
		l.	Fl. 35	+ 12		+ t		2,0	Normal.
16	50	r.	Fl. 80	+ 27	i. bess. — 6	+ t	v. Scheitel 0	2,0	Diffuse Trübung, Hammergriff etwas verbreitert.
		l.	Fl. 10	± 0		+ t		3,0	Item.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Seit 2 Jahren zeitweises, seit 6 Wochen kontinuirlich starkes Sausen mit bedeut. Hörverschlechterung.	Kurz dauernde heftige Schwindelanfälle.	—	—	—	2 J.	Kath. in schwachem Strome bess. r. nicht, l. auf 8 cm.
Zeitweise Sausen.	—	—	—	—	8 „	Kath. r. in kontinuirlichem breitem Strome, l. nur beim Schlucken durchd. bess. beiders. um einige cm.
—	—	—	—	Angebl. seit Morbillen. Verschlechterung bei Katarrhen.	17 „	Kath. in kontinuirl. sehr starkem Strome bess. nicht.
—	—	—	—	—	2 „	Kath. in kontinuirl. Strome bess. nicht.
Kontinuirl. Sausen.	Viel Schwindel.	—	—	Das Sausen datirt seit seiner Verwendung in d. Handfeuerversuchscommission.	Seit Jahren	Galton's Pfeifchen ist dem Ohr empfindlich.
Kontinuirl. Sausen, nach jedem Schwindelanfall gesteigert.	Sehr charakt. Ménière-sche Anfälle mit Erbrechen seit 6 Jahren, in der letzten Zeit von vermehrter Heftigkeit.	—	—	Seit „Rheumatismus". Sehr viel Kopfschmerzen, namentlich im Hinterkopf.	8 J.	Kath. in schwach. Strome. Seit 6 Jahren stärkere Verschlechterung links. a^I l. sowohl per o. t. als per a. t. L. nur ganz kurz.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. Stimmgabel a^{I}. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen.	7. Trommelfellbefund.
17	65	r.	Fl. 40	+ 27	i bess. — 4	+ t	v. Scheitel 0	5,8	Diffuse Trübung.
		l.	Fl. 3	+ 13		+ t		8,0	Item.
18	52	r.	Fl. 450	+ 28	i. bess. — 2	—	—	—	Dreieckiger Reflex verschwommen.
		l.	Konv. 5	+ 10		A p. Luft gehört.	—	—	Item.
19	48	r.	Konv. 6	+ t	v. Scheitel 0	+ 10	—	2,2	Cirkumskripte Trübungen und anscheinend horizontalerer Hammergriff.
		l.	Fl. 15	+ t		+ 25	—	1,9	Item.
20	49	r.	Fl. 25	+ 29	i. bess. — 5	+ x	—	2,2	Normal. Exostose vor dem k. Fortsatz.
		l.	Fl. 15	+ 15		+ x	—	2,2	Normal.
21	45	r.	Fl. 100	+ 27	unentsch. — 3	+ 53	—	2,0	Normal.
		l.	Fl. 6	+ 21		+ 35	—	2,0	Normal.
22	64	r.	Konv. 3	+ 10	i. bess. — 4	— 10	i. bess. — 5	10,5	Leichte diffuse Trübung. Andeutung von hinterer Falte und Injektion.
		l.	Fl. 3	+ 17		+ 15		2,0	Leichte diffuse Trübung.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Nach einem Schuss Pfeifen im l. Ohr, dann Sausen, das seitdem kontinuirlich besteht.	—	—	—	Seit Jugend eifriger Scheibenschütze. Stark resonirende Schiessstätte.	³/₄ J.	Kath. in kontinuirlichem schwachem Strome wölbt beiders. vor, verschlechtert r. etwas.
Zeitweise Sausen.	Beim Aufstehen und in die Höhe Schauen zeitweise Schwindel	—	—	—	2 „	Kath. in kontinuirl. Strome bess. nicht.
Kontinuirl. Sausen von den Schwindelanfällen unbeeinflusst.	Seit 9 Jahren charakt. zeitweise täglich wiederkehrende Schwindelanfälle mit Brechneigung.	—	—	Hämorrhoidarius. Häufigere Wiederkehr und Steigerung der Ménièreschen Anfälle nach starker geistiger Ueberarbeitung.	34 „	Kath. in continuirl. starkem Strome bess. nicht. Jodkali längere Zeit bis zum Jodschnupfen, darauf sehr eklatante Besserung auf r. Fl. 25 cm, l. Fl. 125 cm.
—	Leichte Schwindelanfälle seit einem Falle.	—	—	Seit einem Fall v. Pferde. Klonische Muskelzuckungen. Früher Schütze.	1¹/₂ „	Kath. r. wegen ungünstiger Einführungsverhältnisse schwach, l. in kontinuirl. starkem Strome bess. nicht.
Früher kontinuirliches Sausen.	—		—	Eifriger Scheibenschütz.	10 „	—
Kontinuirl. Sausen.	Beim Aufstehen Schwindel.	—	—	Hat sich vor 22 Jahren „das Gehör verschossen“, ist Schütze geblieben. Musikinstrumentenmacher.	22 „	R. alle Stimmgabeltöne „um zwei Oktaven höher“, seit 14 Tagen r. Gefühl von Zufallen. Kath. r. mit Flüssigkeitsgeräuschen durchdringend bess. auf 6 cm Konv.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^I. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen.	7. Trommelfellbefund.
23	72	r.	Fl. 300	+ 22	unentsch. ± 0	—	—	—	Glanzlos.
		l.	Fl. 300	+ 21		—	—	—	Glanzlos.

Tabelle IIb.

Wenig oder nicht verkürzter positiver

Doppelseitige Affection,

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^I. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen	7. Trommelfellbefund.
1	49	r.	Fl. 60	+ 28	unentsch. ± 0	—	—	—	Im vord. ob. Quadranten Trübung.
		l.	Fl. 300	+ 26		—	—	—	Normal.
2	61	r.	Fl. 100	+ 26	i. bess. — 4	+ t	vom Scheitel 0	2,0	Normal.
		l.	Fl. 20	+ 16		+ t		2,0	Normal.
3	76	r.	Fl. 3	+ t	v. Scheitel 0	+ 19	— 10	2,2	Cirkumskripte Trübungen in der Peripherie.
		l.	Fl. 3	+ 25		+ 21		2,3	Item.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Seit Beginn kontinuirl. Sausen.	Beginn mit mehrmaligem Schwindel im Bett	—	—	Kein Katarrh.	14 Tage.	Kath. kontinuirl., nach dreimaliger Anwendung ist das Sausen fast verschwunden.

Ausfall des Rinne'schen Versuches.

weibliches Geschlecht.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen	10. Heredität.	11. Paracusis Willisiana.	12. Aetiologische Momente.	13. Dauer.	14. Therapie und sonstige Bemerkungen.
Kontinuirl. Sausen rechts.	Schwindel beim Bücken.	Mutter u. mütterl. Grossvater schwerhörig.	—	—	4 Monate.	—
Diskontinuirl. Sausen beiderseits.	Heftige charakt. Schwindelanfälle mit oftmaligem Erbrechen.	—	—	—	2 Jahre.	Kath. kontinuirl. Vor den Schwindelanfällen starke Verschlechterung, einmal auf Fl. 25 cm beiders. Nach Pilocarpin $2^1/_2$ Monate später r. $1^1/_2$ Meter, l. 35 cm, Empfindlichkeit gegen Töne u. Falschhören.
Kontinuirl. Geräusche der verschiedensten Art, Lärm, Trompeten, Glocken etc.	—	—	—	—	Seit Jahrzehnten.	Kath. in kontinuirl. etwas schwachem Strome bess. l. auf 8 cm, 5 Wochen später r. 4, l. 6 cm.

Rubrik 1. Nach dem Alter vertheilen sich die 26 in dieser Tabelle zusammengestellten Kranken in folgender Weise:

Alter zwischen	10—19 Jahren	 1	Kranker
„ „	20—29 „	 1	„
„ „	30—39 „	 4	Kranke
„ „	40—49 „	 7	„
„ „	50—59 „	 4	„
„ „	60—69 „	 5	„
„ „	70—79 „	 3	„
„ „	80 und mehr	 1	Kranker

4 mal wurde der Beginn der Erkrankung in die Kindheit zurückgeführt.

Im Ganzen ist die Zahl der älteren Patienten hier eine auffällig grössere, als in der vorausgehenden Tabelle mit negativem Ausfalle des Rinne V.

Rubrik 3. Die Hörweite betrug unter den 52 zusammengestellten Gehörorganen 33 mal weniger als 20 cm, unter den übrigen 19 nur 8 Mal über 100 cm für Flüstersprache. Die Mehrzahl der Kranken in Tabelle II bietet also ganz ähnliche Hörverhältnisse, wie die in Tabelle I zusammengestellte Gruppe; um so bemerkenswerther ist das total verschiedene Ergebniss der Stimmgabel-Untersuchungen.

Rubrik 4a. Das Ergebniss der Rinne V. mit Stimmgabel a^I war

10 mal + t, d. h. die Stimmgabel wurde nur per Luft, nicht vom Warzenfortsatze und Scheitel gehört,
18 „ zwischen + 30 und + 21,
20 „ zwischen + 20 und + 11,
3 „ + 10 und
1 „ ± 0 (auf der anderen Seite + 27).

Rubrik 4b. Der Weber V. mit Stimmgabel a^I unter den 20 obigen Kranken ergab folgende Resultate:

6 mal wurde sie vom Scheitel gar nicht gehört,
5 „ konnte der Versuch keine Entscheidung bringen wegen gleicher oder nur unbedeutend differirender Hörweite beiderseits,
10 „ wurde die a^I-Stimmgabel in's bessere Ohr verlegt,
2 „ fehlen Notizen über den Ausfall des Versuches.

Die Perceptionsdauer der a^I-Stimmgabel vom Scheitel war wie erwähnt

6 mal gleich 0,
16 „ verkürzt um 2—6 Sekunden,
3 „ ± 0, d. h. der meinigen gleich,
kein „ verlängert.

Rubrik 5a. Der Rinne V. mit Stimmgabel A wurde bei 32 der untersuchten Gehörorgane geprüft. Derselbe war

2 mal 0, d. h. A wurde weder vom Scheitel noch per Luft gehört, während a^{I} per Luft noch percipirt wurde,

18 „ + t, d. h. A wurde nur per Luft aber nicht vom Scheitel gehört,

29 „ zwischen + 53 und + 10 Sekunden,

2 „ + x (die Zeitdauer wurde nicht genauer notirt),

1 „ — 10.

Rubrik 5b. In den wenigen Fällen, in welchen der Weber V. mit Stimmgabel A sich notirt findet, fiel er in's bessere Ohr. Auch diese Stimmgabel wurde vom Scheitel niemals verlängert, sondern, wo die Dauer gemessen wurde, verkürzt oder gar nicht gehört.

Rubrik 6. Das Galton'sche Pfeifchen fand bei 36 der obigen Gehörorgane Anwendung. Die obere Perceptionsgrenze fand sich

19 mal normal, 2,0 bis 1,7,

17 „ unternormal, darunter 2 mal zwischen 5,0 und 10,5.

Im Falle No. 7 (Tabelle IIa) bestanden Tonlücken für die Stimmgabeln c^{II} und fis^{IV}, während dazwischen c^{IV} gehört wurde. Für das Galtonpfeifchen fand sich die obere Grenze normal bei 2,0 und waren in seiner Skala keine weiteren Lücken nachweisbar.

Es sei hier ferner bemerkt, dass in dieser Gruppe wiederholt von den Kranken über Empfindlichkeit gegen Töne und Geräusche, Klavierspielen, Galton's Pfeifchen etc. geklagt wurde; von zwei musikalischen Patienten (Tabelle IIa, No. 22 und IIb, No. 2), einem Musikinstrumentenmacher und einer Klavierspielerin, wurde auch mit Bestimmtheit Falschhören angegeben; der erstere behauptete auffälligerweise, dass ihm mit seinem rechten Ohre, welches Konversationssprache nur auf 3 cm und das Galtonpfeifchen nur bis zur Grenze 10,5 hörte, die Stimmgabeln A und a^{I} auf diesem Ohre um zwei Oktaven zu hoch klängen.

Rubrik 7. Das Trommelfell war unter den 52 untersuchten Gehörorganen

26 mal normal,

15 „ fanden sich cirkumskripte Trübungen, darunter 7 mal hinterer Trübungsstreifen und 1 mal Andeutung hinterer Falte,

10 „ diffuse Trübung, worunter ebenfalls 1 mal Andeutung hinterer Falte und Injektion,

1 „ Exostose vor dem kurzen Fortsatz.

Rubrik 8. Subjektive Geräusche fehlen unter den 26 Kranken
7 mal,
15 „ waren die Geräusche kontinuirlich,
4 „ zeitweise vorhanden.

Die Geräusche boten in einzelnen Fällen noch verschiedenartigeren Charakter, als in der Tabelle Ia und Ib. Der erste Beginn derselben wurde öfter mit Sicherheit angegeben und manchmal auf eine bestimmte Ursache, z. B. eine starke Detonation, zurückgeführt, welche das Ohr getroffen hatte. Das erstmalige Einsetzen des Sausens ist öfters zugleich mit einem heftigen Schwindelanfall verbunden und haftet daher besser im Gedächtniss der Kranken.

Rubrik 9. Gleichgewichtsstörungen waren unter 26 Erkrankten 14 mal vorhanden und zwar 5 mal schwere, charakteristische, oft sich wiederholende Schwindelanfälle mit dem ganzen Ménière'schen Symptomenkomplex; 9 mal waren dieselben nur leichteren Grades und kamen nur bei bestimmtem Anlass, Morgens beim Aufstehen, beim Bücken, in die Höhe Sehen etc. zum Vorschein. Das Sausen und die Hörweite verschlechterte sich durchaus nicht immer gleichzeitig mit dem Eintritt eines Schwindelanfalles; wiederholt wurde im Gegentheil beobachtet, dass eine successive Abnahme des Hörvermögens und Zunahme der subjektiven Geräusche einem Schwindelanfalle längere Zeit, eine Reihe von Tagen, vorausgingen und mit dem Eintritt einer schweren charakteristischen Gleichgewichtsstörung mit Erbrechen etc. wieder eine rasche und auffällige Besserung eintrat.

Rubrik 10. Hereditäre Momente sind auffällig spärlich vertreten, nämlich unter den 26 Erkrankten nur 4 mal, und zwar lag 1 mal einfache, 1 mal zweifache, 1 mal dreifache und 1 mal sechsfache (2 Tanten, 2 Brüder und 2 Schwestern) Belastung vor.

Rubrik 11. Paracusis Willisiana wurde auf Befragen nur ein einzigesmal gemeldet.

Rubrik 12. Unter den ätiologischen Einflüssen sind folgende hervorzuheben: 3 mal ist wohlcharakterisirte Lues vorausgegangen, 6 unter den 23 zusammengestellten männlichen Kranken sind mehr oder weniger eifrige Schützen und haben besonders in geschlossenen Schiesstätten viel geschossen, über deren starke Resonanz, wie einige Kranke angaben, auch die übrigen Schützen sich beklagten. 3 mal unter den obigen 6 Schützen wurde der erste Beginn des Leidens ausdrücklich auf eine Detonation zurückgeführt. Unter den 23 Männern befinden sich ferner zwei Arbeiter aus den Centralwerkstätten, wo nach Angabe des einen alle schwerhörig werden, die an den Dampfhämmern arbeiten. Ein Kranker schrieb seine Verschlechterung auf Rechnung starker geistiger Ueberarbeitung, indem er längere Zeit fort bei Tage

seinem angestrengten Beruf als Finanzbeamter und bei Nacht theoretischen Studien obgelegen hatte.

Rubrik 14. Was den Verlauf dieser Fälle betrifft, so ist öfters ein mehr plötzlicher Anfang mit Gleichgewichtsstörungen und subjektiven Geräuschen von den Kranken gemeldet. Unter der Beobachtung ergaben einzelne Fälle sehr bedeutende Schwankungen nicht nur in den subjektiven Erscheinungen, Schwindel und Sausen, sondern auch in der Hörweite, die oft sehr rasch abnahm, um dann hinterher, öfters nach einem charakteristischen Ménière'schen Anfalle, wieder rasch und manchmal sehr beträchtlich zu steigen (cf. Tabelle IIa, No. 19 und IIb, No. 2). Aehnliche sprungweise Aenderungen in der Hörweite kamen bei den Kranken der Tabelle Ia und Ib niemals zur Beobachtung. Ob die rasche Wiederkehr der Funktion in diesen Fällen von der angewendeten Therapie, Jodkali, Pilokarpinkur etc., als abhängig zu betrachten ist, wage ich um so weniger zu entscheiden, als ich an einem Kollegen, welcher in einer früheren Zeit von mir untersucht wurde und also nicht in der Tabelle verzeichnet ist, die Erfahrung gemacht habe, dass solche Sprünge auch ohne unser Zuthun bei dieser Erkrankungsform vorkommen können. Derselbe war seit Jahren mässig schwerhörig und hatte wiederholt an Ménière'schen Schwindelanfällen gelitten. Als ich ihn wieder einmal sah, hatte ziemlich plötzlich sein Hörvermögen so weit abgenommen, dass er nur mehr Konversationssprache in der Nähe verstand; trotzdem fiel der Rinne V. beiderseits entschieden positiv aus, und es fehlten alle entzündlichen Erscheinungen, auch der Ménière'sche Symptomenkomplex war dieses Mal nicht vorhanden. Eine vorgeschlagene Pilokarpinkur wurde aus äusseren Gründen verschoben. Als ich ungefähr eine Woche später wieder von Neuem untersuchte, war sein Hörvermögen, ohne dass irgend eine Therapie stattgefunden hatte, auf dem besseren Ohr von 8 cm für Flüstersprache bis auf 2 Meter gestiegen.

Die Betheiligung der Geschlechter zeigt in dieser Gruppe noch viel grössere Differenzen als in der ersteren, aber in entgegengesetzter Richtung, indem hier umgekehrt die Männer sehr viel häufiger betroffen sind, mit 88,5 %, als die Frauen, welche nur 11,5 % aufweisen.

Alle diese Ergebnisse können, trotz der verhältnissmässig geringen Zahl von Untersuchten als statistisch verwerthbar betrachtet werden, weil in den beiden Tabellen die sämmtlichen unter den oben charakterisirten Symptomenkomplex fallenden Erkrankungsfälle verzeichnet wurden, welche mir binnen eines Halbjahres zur Beobachtung kamen. Gänzlich ausgeschlossen wurden, wie oben erwähnt, alle akuten und subakuten Formen, alle Formen mit entschieden pathologischen Veränderungen am Trommelfelle und bei der Luftdouche (Flüssigkeits-

geräusche), also alle sicher ausgesprochenen Einsenkungen am Trommelfelle und Ansammlungen von Sekret innerhalb der Paukenhöhle, alle sicher erkennbaren Narben des Trommelfelles und endlich alle Fälle von einseitiger Taubheit.

Ferner wurden in die obigen beiden Tabellen nicht aufgenommen alle doppelseitigen Erkrankungen, bei denen der Rinne V. zwar beiderseitig positiv, aber im Verhältniss zur Hörweite wesentlich verkürzt ausfiel, und diejenigen, bei welchen derselbe sich auf der einen Seite positiv, auf der anderen negativ fand, ebenso alle einseitigen Formen von Schwerhörigkeit sowohl bei positivem als negativem Ausfalle des Rinne V. Die ersteren Affektionen gestatten an sich keine sichere Verwerthung dieses Versuches für unsere Differentialdiagnose zwischen Erkrankung des mittleren und inneren Ohres; es sind dies diejenigen Fälle, welche bereits in meinen früheren Berichten unter dem nichts präsumirenden Namen „Dysacusis“ zusammengefasst wurden. Bei den einseitigen Formen ist die Knochenleitung in's gesunde Ohr auch vom Warzenfortsatze der kranken Seite aus, insbesondere aber, bei Verwendung der grossen A-Stimmgabel, vom Scheitel aus nicht auszuschliessen. Es kann aus diesem Grunde, zum Wenigsten wo hochgradigere einseitige Schwerhörigkeit vorliegt, trotz vollständiger Intaktheit des Schallleitungsapparates die a. t. Leitung doch von der o. t. Leitung überwogen werden, weil die letztere theilweise dem gesunden Ohre angehört. Der Rinne V. kann also hier auch bei rein nervösen Affektionen negativ ausfallen. Beide Gruppen hätten somit das klare Bild, welches die doppelseitigen Affektionen mit entschieden positivem oder negativem Befunde des Rinne V. für sich allein zu geben im Stande sind, nur getrübt und wurden hier weggelassen [1]).

Die auf Tabelle Ia und Ib zusammengestellten Fälle bieten nicht nur im Verhalten des Rinne V. sondern in ihrem ganzen Symptomenkomplexe eine Reihe bei einem grossen Theile der Fälle regelmässig wiederkehrender Eigenschaften; eine Reihe anderer theilweise gerade entgegengesetzter Symptome finden wir in ähnlicher Häufigkeit bei den Fällen der Tabelle IIa und IIb. Der Gegensatz zwischen dem Krankheitsbild der ersten und zweiten Gruppe tritt am Deutlichsten zum Vorschein, wenn wir beide nach ihren hauptsächlichsten Symptomen übersichtlich nebeneinander stellen, was im Folgenden geschehen soll.

Tabelle Ia und Ib.	Tabelle IIa und IIb.
In allen Fällen ist der Rinne V. mit a^{I} negativ.	In allen Fällen ist der Rinne V. mit a^{I} positiv von ziemlich langer Zeitdauer.

[1]) A. a. O. des ersten Erscheinens dieser Abhandlung sind sie in gesonderten Tabellen mitgetheilt.

Noch viel entschiedener tritt das Ueberwiegen der o. t. Leitung gegen die a. t. Leitung hervor bei Rinne V. mit Stimmgabel A, die 32 mal (unter 58) per a. t. Leitung gar nicht gehört wird.	Mit einer einzigen Ausnahme ist auch der Rinne V. mit Stimmgabel A in allen darauf untersuchten Fällen positiv und zwar viel entschiedener als mit a^I; 18 mal (unter 32) wird A per o. t. Leitung gar nicht gehört.
Der Weber V. mit a^I wurde, wo er anwendbar, nahezu doppelt so häufig in's schlechtere, als in's bessere Ohr, derjenige mit A fast ausschliesslich in's schlechtere verlegt.	Der Weber V. mit a^I wurde mehr als 3 mal so häufig in's bessere, als in's schlechtere, derjenige mit A ausschliesslich in's bessere Ohr verlegt.
In einem Theile der Fälle übertraf die Perceptionsdauer der a^I-Stimmgabel vom Scheitel die meinige, in einem etwas grösseren Theile blieb sie hinter derselben zurück. Mit Stimmgabel A war das Ueberwiegen ein entschiedeneres und nur in einem der untersuchten Gehörorgane das Verhältniss ein umgekehrtes.	Die Perceptionsdauer der a^I-Stimmgabel war niemals verlängert, sehr häufig verkürzt und 6 mal gleich 0. A wurde vom Scheitel, wo überhaupt, immer verkürzt gehört.
Die obere Tongrenze (mit Galton's Pfeifchen gemessen) war in mehr als der Hälfte der untersuchten Fälle unternormal, entfernte sich aber im Maximum nur bis zu 4,5 von der normalen Grenze.	Die obere Tongrenze war in etwas weniger als der Hälfte unternormal, darunter aber ziemlich häufig bedeutender (bis auf 10,5) verkürzt. 2 mal wurde Falschhören der Stimmgabeln angegeben.
Subjektive Geräusche waren in 77,6 % vorhanden; etwas mehr als doppelt so häufig waren dieselben kontinuirlich als diskontinuirlich.	Subjektive Geräusche waren in 73,1 % vorhanden; dieselben waren nahezu 4 mal so häufig kontinuirlich als diskontinuirlich.

Gleichgewichtsstörungen, meist leichten Grades, wurden in 28,6 % gemeldet.	Gleichgewichtsstörungen waren in 53,8 % vorhanden; bei mehr als einem Drittel der Betroffenen stellten dieselben den Ménière-schen Symptomenkomplex dar.
Hereditäre Momente finden sich in 59,2 %.	Hereditäre Momente finden sich in 15,4 %.
Paracusis Willisiana wurde in 32,7 % angegeben.	Paracusis Willisiana wurde in 3,8 % (von einem einzigen Kranken) angegeben.
Unter den ätiologischen Momenten spielt bei den Frauen das Wochenbett die Hauptrolle.	Als ätiologische Momente stehen starke Schalleinwirkungen voran, ferner finden sich Lues und geistige Ueberarbeitung.
Der Verlauf charakterisirt sich in der Regel, abgesehen von dem Einflusse der Wochenbetten, durch ganz allmähliche gleichmässige Abnahme der Hörweite.	Die Erkrankung setzt nicht selten zuerst plötzlich mit einem Ménière'schen Anfalle ein; während ihres Verlaufes kommen plötzliche Verschlechterungen und ebenso darauf folgende sehr auffällige Verbesserungen der Hörweite zur Beobachtung.
Das kindliche Lebensalter wird selten betroffen.	Das kindliche Lebensalter wird selten betroffen.
Die grösste Zahl der Erkrankungen fällt zwischen das 20. und 40. Lebensjahr.	Die Mehrzahl der Erkrankungen liegt jenseits des 40. Jahres, eine verhältnissmässig grosse Zahl findet sich im Alter von 60—80 Jahren.

Das männliche Geschlecht ist mit 30,6 %, das weibliche mit 69,4 % vertreten.

Das männliche Geschlecht ist mit 88,5 %, das weibliche mit 11,5 % vertreten.

Das geradezu gegensätzliche Verhalten der beiden Gruppen in ihren meisten Erscheinungen springt in die Augen. Die Symptome der ersten Gruppe entsprechen im Ganzen denjenigen bei Mittelohr-Erkrankungen, diejenigen der zweiten Gruppe den Erkrankungen jenseits des Mittelohrs. Ja es haben sich uns sogar aus dieser Zusammenstellung einige neue differential-diagnostische Momente ergeben, vor Allem, den bisherigen Anschauungen entgegen, das starke Vorwiegen der Heredität bei den Erkrankungen des Schallleitungsapparates gegenüber den nervösen Affektionen und die höchst auffällige Differenz zwischen der Betheiligung der verschiedenen Geschlechter. Die letztere wird leicht verständlich, sobald wir die oben gefundenen ätiologischen Momente berücksichtigen, auf der einen Seite das Wochenbett, auf der anderen Seite die Uebertäubung des Ohres bei Schützen und einer Reihe von Handwerken, die Lues und die geistige Ueberarbeitung.

Bemerkenswerth ist, dass alle diese Verhältnisse bereits in meinem letzten Gesammtberichte von 1881—1883 [1]) in ganz ähnlicher Weise, wenn auch nicht mit der gleichen Prägnanz hervorgetreten sind, während welcher Zeit ich bereits die Differentialdiagnose zwischen Erkrankungen des mittleren und inneren Ohres in erster Linie nach dem Verhalten des Rinne V. mit Stimmgabel a^I gestellt hatte.

Wenn wir die Erklärung, welche ich für das negative Verhalten des Rinne V. bei Mittelohraffektionen gegeben habe, zu Grunde legen, dass in der grossen Mehrzahl derselben die Ursache für das starke Ueberwiegen der Knochenleitung in einer vermehrten Anspannung des Schallleitungsapparates, insbesondere an dessen wichtigster Stelle, dem Ligamentum annulare zu suchen ist [2]), so dürfen wir erwarten, dass die in der Tabelle Ia und Ib, wie ich voraussetze, enthaltenen Sklerosirungsprozesse in ihrem Verhalten bei den Stimmgabelprüfungen am Meisten Analogie unter den verschiedenen Mittelohrprozessen bieten werden mit den mehr oder weniger abgelaufenen Mittelohreiterungen und den durch dieselben hinterlassenen Resi-

---

[1]) Arch. f. Ohrenheilk. Bd. XXI, S. 221.

[2]) cf. Abhandlung II.

Tabelle III.

Persistirende Perforationen und Narben im

1. No.	Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. Stimmgabel a^{I}. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen	7. Trommelfellbefund.
1	19	r.	Fl. 10 Konv. 400	— 5	unentsch. + 5	—	unentschieden.	2,0	Totaler Defekt ausser dem Hammergriff. Stapesköpfchen mit Sehne isolirt blossliegend.
		l.	Fl. 9 Konv. 300	— 5		—		2,0	Totaler Defekt mitsammt dem Hammergriff. Stapesköpfchen vollkommen isolirt, auch die Stapediussehne fehlt.
2	22	r.	Fl. 35	± 0	+ 3	— ϑ	+ 14	2,1	Defekt der hinteren und theilw. Verkalkung der vorderen Hälfte. Steigbügelgelenk mit l. Ambosschenkel und Sehne blossliegend.
		l.	Fl. 25	— 3		— ϑ		2,1	Defekt der unt. Hälfte und des hinteren oberen Quadranten. Stapesköpfchen ohne l. Ambosschenkel mit Sehne blossliegend.
3	30	r.	Fl. 150	± 0	i. schl. ± 0	— 8	± 0	—	Narbe die hint. Hälfte einnehmend und mit dem Stapesgelenk verwachsen.
		l.	Fl. 100	± 0		— ϑ		—	Defekt des hinteren unteren Quadranten, ausgedehnte Verkalkung in der vorderen Hälfte.
4	24	r.	Fl. 20	± 0	i. schl. + 3	— ϑ	+ 13	—	Defekt der hint. Hälfte mit Wucherung.
		l.	Fl. 500 <	+ 25		—		—	Normal.
5	14	r.	Fl. 500 <	+ 23	+ 6	—	—	—	Normal.
		l.	Fl. 30	+ 7		— 13	—	—	Linsengrosser Defekt vor dem Umbo, Verkalkung in der vorderen und hinteren Hälfte.

Trommelfell nach Otitis media purulenta.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen.	10. Aetiologische Bemerkungen.	11. Dauer.	12. Bestehen von Otorrhoee, therapeutische und sonstige Bemerkungen.
Bei Berührung des Stapesköpfchens plätscherndes Geräusch.	Schwindel beim Bücken, zeitweise Umfallen Morgens beim Aufstehen.	Diphtherie.	10 J.	Insufflation von Borpulver bessert r. H. f. Fl. auf 30 cm, l. nicht. Nurmehr r. besteht dünnes trockenes Perforationsgeräusch.
R. kontinuirl. Sausen.	—	Scharlach.	17 J.	Otorrhoee bestand bis vor $2^1/_2$ Jahren. Schleimhaut gelblich glänzend, auch die Nische zum runden Fenster sichtbar. Beiders. trockenes Perforationsgeräusch.
—	—	—	—	Politzer's V. u. Delstanche's R wölben die Narbe rechts nur in ihrer unteren Hälfte stark vor, während die obere dem Stapesgelenk anhaften bleibt, darauf H f. Fl. 350 cm und Rinne V. mit a^I + 10.
Früher kontinuirl. Sausen.	—	Bestand der Eiterung seit Selbstentfernung einer Bohne.	Seit Jugend	Bei der Untersuchung bestand noch geringe Otorrhoee.
—	—	Seit 14 Tagen Recidiv nach einem Bad.	7 J.	Item, vorher hatte die Eiterung nach antisept. Behandlung $^1/_2$ Jahr lang sistirt.

1. No.	Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. b) WeberV. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen.	7. Trommelfellbefund.
6	27	r.	Fl 25	— 4	i. schl.	— 20	+ 21	1,9	Defekt des hinteren oberen Quadranten, vom Stapesgelenk trotzdem nichts sichtbar, Verwachsung des Perforationsrandes mit dem Promontorium.
		l.	Fl. 50	± 0		— 18		2,1	Erbsengrosser Defekt der hinteren Hälfte, Stapesgelenk vorliegend, intermediäre Verkalkungen.
7	17	r.	Fl 200	— 5	i. schl. + 7	— 15	+ 15	2,1	Narben von zwei geheilten Perforationen.
		l.	Fl. 45	— 5		— 14		1,6	Kleiner erbsengrosser querovaler Defekt der unteren Hälfte mit granulirendem Rande.
8	28	r.	Konv. 10	— 10	unentsch. ± 0	— 27	unentsch. + 20	2,4	Nierenförmiger Defekt, die untere Hälfte einnehmend.
		l.	Konv. 12	— 6		— 28		2,4	Nierenförmiger Defekt, die unteren zwei Drittel einnehmend.
9	19	r.	Fl. 125	+ 22	i. schl. + 6	+ 25	i. schl. + 10	—	Narbe in der hinteren Hälfte mit dem Stapesgelenk verwachsen, Verkalkung in der vorderen Hälfte.
		l.	Fl. 10	— 10		— ϑ		—	Totaler Defekt ausser Hammergriffumgebung. Stapesgelenk im Narbengewebe vorspringend.
10	14	r	Fl. 500	+ 16	i. schl. + 8	— 7	i. schl. + 14	—	An Stelle der Perforation hat sich eine den grössten Theil der vorderen Hälfte einnehmende Narbe gebildet.
		l.	Fl. 20	— 10		— 24		—	Linsengrosser längsovaler Defekt im vorderen unteren Quadranten.

8. Subjektive Geräusche.	9. Gleichgewichts-Störungen.	10. Aetiologische Bemerkungen.	11. Dauer.	12. Bestehen von Otorrhoee therapeutische und sonstige Bemerkungen.
—	—	—	6 J.	Bei der Untersuchung rechts noch fötide Otorrhoee, die nach kurzer Behandlung sistirte.
—	—	—	Seit Jugend.	Bei der Untersuchung links geringe Otorrhoee, sistirt nach kurzer Zeit.
—	—	Phthisiker.	R. 4 l. 9 Monate.	Beiderseitige geringe Sekretion. Injektionsflüssigkeit entleert sich vom Gehörgange aus im Strom durch die Nase.
Zeitweise Sausen.	—	Nach Mumps, angeblich nur l. Eiterung.	11 J.	Vor 1/2 Jahr noch Wucherungen l. mit Eiterung, die bald unter Behandlung schwand, Delstanche's R. erweist die Narbe rechts als mit dem Stapesgelenk verwachsen und bessert hier die H. f. Fl. auf 300 cm. Statt A wird l. per Luft ein höherer Ton gehört.
—	—	—	Seit Kindheit.	Vor 2 Monaten wegen Otorrhoee in Behandlung, sistirt seitdem rechts, in den letzten Tagen unter erneuter Behandlung auch links.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster-, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. Stimmgabel a^{I}. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen	7. Trommelfellbefund.
11	24	r.	Konv. 5	— 7	i. bess.	$-\vartheta$	—	—	Totaler Defekt mitsammt dem Hammergriff. In der rothen succulenten Schleimhaut vom Stapes nichts sichtbar.
		l.	Konv. 2	$-\vartheta$		$-\vartheta$	—	—	Item.
12	20	r.	Fl. 500 <	+ 30	i. schl. + 6	—	+ 15	—	Normal.
		l.	Fl. 100	— 10		$-\vartheta$		—	Totaler Defekt bis auf den Hammergriff. Stapesgelenk vorliegend.
13	49	r.	Konv. 10	— 6	i. schl.	$-\vartheta$	+ 5	3,0	Wucherung auf kurzem Fortsatz abgetragen, die untere Hälfte von einer durchsichtigen Narbe eingenommen.
		l.	Konv. 7	— 6		$-\vartheta$		2,0	Defekt der unteren Hälfte, Verkalkung des übrigen Trommelfelles.
14	31	r.	Konv. 7	— 12	i. schl. ± 0	$-\vartheta$	in schl. + 8	2,2	Defekt der unteren Hälfte und in der Membrana Shrapnelli.
		l.	Konv. 12	— 8		— 13		1,8	Narbe der hinteren Hälfte mit eingewachsenem isolirtem Steigbügelköpfchen, l. Ambosschenkel scheint zu fehlen.
15	24	r.	Fl. 5	— 10	i. schl. + 5	$-\vartheta$	in schl. + 8	—	Defekt der unteren zwei Drittel, Steigbügelköpfchen mit anscheinend luxirtem l. Ambosschenkel vorliegend.
		l.	Fl. 500 <	+ 12		—		—	Normal.
16	56	r.	Konv. 5	— 6	unentsch. — 3	$-\vartheta$	unentsch. 8	2,0	Defekt von den unteren drei Vierteln des Trommelfells.
		l.	Konv. 5	— 7		$-\vartheta$		1,8	Defekt des ganzen Trommelfells mit Ausnahme des Hammergriffs. Stapesgelenk vorliegend.

8. Subjektive Geräusche.	9 Gleichgewichts-Störungen.	10. Aetiologische Bemerkungen.	11. Dauer.	12. Bestehen von Otorrhoee, therapeutische und sonst. Bemerkungen.
—	—	Scharlach und Diphtherie.	15 J.	Bis vor wenigen Wochen Eiterung, Insufflation von Pulver bessert H. nicht. Mit Hörrohr rechts laute Sprache ziemlich gut, links fast gar nicht. Stimmgabel a^{II} und c^{IV} bei mässigem Anschlage l. nicht per Luft.
—	—	—	Seit Kindheit.	Aufhören der Eiterung seit $^1/_2$ Jahr.
—	—	—	—	Keine Otorrhoee, Kath. und Delstanche's R. wölben die Narbe rechts vor ohne zu bessern. Für Galton's Pfeifchen rechts Tonlücken zwischen 9—8 u. 7—5.
—	—	—	10 J.	Keine Otorrhoee, Politzer's V. bess. links Konversationssprache auf 20 cm.
—	—	—	—	Keine Otorrhoee.
—	—	—	—	Rechts noch etwas Otorrhoee. Rechts mit Wattekügelchen Konversationssprache 90 cm und Rinne V. mit $a^I \pm 0$.

No.	1. Alter.	2. Seite.	3. Hörweite für Flüster, resp. Konversationssprache in cm	4. Stimmgabel a^{I}. a) Rinne V. vom Warzentheil.	4. Stimmgabel a^{I}. b) Weber V. u. Dauer vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. a) Rinne V. vom Scheitel.	5. Stimmgabel A. b) Weber V. u Dauer vom Scheitel.	6. Galton's Pfeifchen	7. Trommelfellbefund.
17	46	r	Fl. 200	± 0	i. schl. + 5	— ϑ	unentsch. + 12	2,9	Defekt des ganzen Trommelfelles bis auf einen oberen schmalen Rand, der den Rest des Hammergriffs einschliesst, Stapesgelenk nicht sichtbar.
		l.	Fl. 20	— 6		— ϑ		3,0	Item.
18	25	r.	Fl 80	— 4	unentsch. + 6	— 15	+ 12	—	Defekt des hinteren oberen Quadranten und Verwachsung des Hammergriffes mit der Paukenhöhlenwand.
		l.	Fl 25	— 6		— ϑ		—	Defekt des ganzen Trommelfells bis auf einen isolirten Rest des Hammergriffes. Stapes mit Sehne als Vorsprung der epidermoidalen Schleimhaut sichtbar ohne den l. Amboschenkel.

duen, weil bei ihnen nicht nur eine stärkere, oft epidermoidale Umwandlung und Rigidität der ganzen den Schallleitungsapparat überkleidenden Mucosa für unsere direkte Inspektion vorliegt, sondern auch dieser Apparat ausserdem noch durch weitere pathologische Veränderungen stärker fixirt ist; denn abgesehen von dem häufigen Vorhandensein pathologischer Adhäsionen an den verschiedensten Stellen und von Ankylosirungen in den Gelenken muss jeder Ausfall von radiären Fasern im Trommelfelle, also jede Perforation, für das labile Gleichgewicht, welches den Apparat unter normalen Verhältnissen zur Aufnahme von Luftschallwellen so geeignet macht, eine Störung bedeuten, indem damit der M. tensor tymp. ein mit der Grösse der Perforation zunehmendes Uebergewicht über den M. stapedius ge-

8. Subjektive Störungen.	9. Gleichgewichts-Störungen.	10. Aetiologische Bemerkungen.	11. Dauer.	12. Bestehen von Otorrhoee, therapeutische und sonstige Bemerkungen.
—	—	—	Seit Kindheit.	Bei der ersten Untersuchung vor 1/4 Jahr bestand noch beiderseits Eiterung, und die H. f. Fl. betrug r. 20, l. 18 cm. Die Sekretion stand sehr bald unter Behandlung. Künstliches Trommelfell bess. nicht. Die Zahl „100" wird auch gegenwärtig r. nur auf 60, l. auf 10 cm gehört.
Bei Berührung des Steigbügels links Sausen.	Hie und da Schwindel.	—	Seit Kindheit.	Bei der Untersuchung besteht beiderseits geringe Otorrhoee, seitdem bess. Hören, Borinsufflation bessert H. f. Fl. r. auf 100, l. auf 125 cm.

winnt und das Ende der Kette nach einwärts drängt. Vollständig wird dieses labile Gleichgewicht dann gestört, wenn Theile der Kette, z. B. der Ambos, ganz verloren gehen, und wenn der Steigbügel isolirt, öfters sogar ohne Sehne des Stapedius, stehen bleibt; die vorausgehenden Prozesse in derartigen Fällen lassen bei ihrer Schwere mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass auch die Fixation des isolirt zurückgebliebenen Steigbügels durch Adhäsionen seiner Schenkel und Verdichtungsprozesse am Ligamentum annulare eine viel straffere geworden ist.

Wenn nun bei hochgradigen, für uns offen zu Tage liegenden Zerstörungen an der Schallleitungskette die Stimmgabel-Untersuchungen und speziell der Rinne V. die gleichen Ergebnisse liefern, wie sie in

der Tabelle Ia und Ib bei Erkrankungen mit für unsere sonstigen Untersuchungsmittel negativem Befunde gefunden wurden, so sind wir zu dem Schlusse berechtigt, dass auch bei den letzteren an einer unserer direkten Untersuchung unzugänglichen Stelle eine pathologische Fixation des Leitungsapparates vorhanden sein muss.

Zum Vergleiche mit der Tabelle Ia und b sind oben in Tabelle III (S. 104—111) die in analoger Weise angestellten Stimmgabel-Untersuchungen bei einer Reihe von abgelaufenen Mittelohreiterungen wiedergegeben. Dieselbe enthält nur einen Theil der während des ersten Halbjahres 1886 beobachteten Fälle; ausgewählt wurden nahezu oder ganz abgelaufene chronische Eiterungsprozesse, bei denen die Ausdehnung der vorliegenden Zerstörungen durch die Inspektion deutlich zu erkennen war. In der grossen Mehrzahl liegen auch hier, wie oben, doppelseitige Affektionen vor.

Unter den 36 hier zusammengestellten Gehörorganen, welche zehn männlichen und acht weiblichen Individuen angehören, befinden sich 26 mal grössere Defekte des Trommelfelles: 3 mal (No. 1 l. und 11 doppelseitig) fehlt dasselbe ganz mitsammt dem Hammergriff, 3 mal (No. 17 doppelseitig und 18 l.) ist nur mehr ein Stumpf des letzteren im Trommelfellreste eingeschlossen, 5 mal (No. 2 r., 6 l., 9 l., 12 l. und 16 l.) liegt das anscheinend intakte Ambossteigbügelgelenk mit dem langen Ambosschenkel, theils frei, theils in Narbengewebe eingeschlossen, vor, dann 1 mal (No. 15 r.) dasselbe mit luxirtem langem Ambosschenkel, ferner 5 mal (No. 1 doppelzeitig, 2. l., 14 l. und 18 l.) das isolirte Stapesköpfchen mit Verlust des langen Ambosschenkels, darunter 1 mal (No. 1 l.) sicher auch ohne Sehne des M. stapedius, 5 mal (No. 6 r., 11 doppelseitig und 17 doppelseitig) ist vom Stapes überhaupt nichts mehr sichtbar, trotzdem der hintere obere Quadrant der Paukenhöhle frei zu überschauen ist. Geringe, meist nur spurenweise Eiterung bestand noch in 9 von den 26 Gehörorganen.

Ausserdem enthält die Tabelle sechs Fälle (No. 3 r., 7 r., 9 r., 10 r., 13 r. und 14 l.) von abgelaufener Mittelohreiterung mit ausgedehnterer Narbenbildung im Trommelfelle. Bei zwei derselben (No. 3 r. und 9 r.) findet sich in der Narbe das Ambosstapesgelenk, bei einem (No. 14 l.) das isolirte Steigbügelköpfchen eingewachsen.

4 Mal endlich ist sowohl das Trommelfell der einen Seite als die Hörweite nahezu oder ganz normal.

Rubrik 3. Wenn wir von den letzteren vier absehen, so betrug die Hörweite unter den übrigen 32 Gehörorganen 14 mal weniger als 20 cm, unter den übrigen 18 11 mal zwischen 20 und 80, 6 mal

zwischen 100 und 200, 1 mal trotz einer grösseren Narbe 500 cm für Flüstersprache.

Rubrik 4a. Trotz der ziemlich häufig grösseren Hörweite der 32 obigen Gehörorgane gegenüber der in Tabelle Ia und Ib zusammengefassten Gruppe fiel der Rinne V. mit Stimmgabel a^I auch hier mit Ausnahme dreier Fälle, deren Hörweite für Flüstersprache 1 mal 30, 1 mal 150 und 1 mal 500 cm betrug, immer negativ aus und zwar

1 mal — ϑ (Hörweite für Konversationssprache 2 cm),
6 „ zwischen — 10 und — 12,
16 „ zwischen — 3 und — 8 und
6 „ ± 0 (bei Hörweite für Flüstersprache 20, 35, 50, 100 150 und 200 cm).

Rubrik 4b. Der Weber V. mit Stimmgabel a^I fiel 4 mal (darunter 3 mal wegen annähernd oder ganz gleicher Hörweite) unentschieden aus,

11 mal wurde er in's schlechtere und nur 1 mal in's bessere Ohr verlegt,
2 „ ist nichts darüber notirt.

Die Perceptionsdauer für Stimmgabel a^I vom Scheitel fiel

3 mal mit der meinigen zusammen,
11 „ übertraf sie die meinige um 3—8 Sek.,
1 „ (bei einem 56jährigen mit Hörweite für Konversationssprache beiderseits 5 cm) blieb sie um 3 Sek. hinter der meinigen zurück,
3 „ fehlen Notizen darüber.

Rubrik 5a. Der Rinne V. mit Stimmgabel A wurde an 30 der obigen Gehörorgane angestellt und fiel nur

1 mal, ebenso wie auch der Rinne V. mit a^I in diesem Falle positiv aus (es handelte sich um eine Narbe mit eingewachsenem Ambosstapesgelenk), im Uebrigen ergab derselbe
17 „ — ϑ und schwankte
12 „ zwischen — 7 und — 28 Sek.

Rubrik 5b. Der Weber V. mit Stimmgabel A klang in vier Fällen in's schlechtere, 4 mal musste er unentschieden bleiben, in den übrigen fehlen Notizen.

Die Perceptionsdauer der Stimmgabel A vom Scheitel entsprach unter den 15 darauf geprüften Fällen nur 1 mal der meinigen, 13 mal fand sie sich verlängert um 5—21 Sek., nur einmal verkürzt

um 8 Sek., und zwar in dem gleichen Falle wie auch die a^{I}-Stimmgabel.

Rubrik 6. Das Galtonpfeifchen kam 18 mal zur Anwendung, die obere Tongrenze wurde erreicht und übertroffen von 8 Gehörorganen (4 mal 2,0, 1 mal 1,9, 2 mal 1,8 und 1 mal 1,6); nicht erreicht von 10 Gehörorganen (4 mal 2,1, 1 mal 2,2, 2 mal 2,4, 1 mal 2,9 und 2 mal 3,0). Unter den letzteren beiden zeigte das eine auch Tonlücken weiter unten in der Skala des Galtonpfeifchens zwischen 7 und 5 und zwischen 9 und 8.

Wenn wir diese Ergebnisse der Stimmgabel-Untersuchungen bei persistirenden Perforationen und Narben des Trommelfelles in Tabelle III mit denjenigen der Tabelle Ia und Ib vergleichen, so ergibt sich eine so vollkommene Uebereinstimmung zwischen beiden, als wir sie überhaupt erwarten können bei einer Methode, welche uns auf die subjektive Beobachtung der Kranken verweist.

Unsere Voraussetzung, dass in allen Fällen, in welchen der Rinne V. negativ ausfällt (abgesehen von denjenigen mit sehr grosser Differenz der beiderseitigen Hörweite), auch eine mechanische Affektion des Schallleitungsapparates anzunehmen ist, welche das labile Gleichgewicht desselben in irgend einer Weise stört, hat also durch das Resultat dieser Vergleichung eine wesentliche weitere Stütze erlangt.

Ihre Bestätigung hat die diagnostische Bedeutung des negativ ausfallenden Rinne V. für das Vorhandensein von Fixation des Leitungsapparates, insbesondere des Stapes, endlich bereits auch erhalten durch Sektionsbefunde von Lucae[1]), Politzer[2]), Habermann[3]) und mir[4]), auf welche ich in dieser statistischen Arbeit nicht näher eingehen will.

Eine scheinbar schwer wiegende Beobachtungsthatsache lässt sich gegen die diagnostische Verwerthbarkeit des Rinne V. geltend machen, welche sich bei akuten und subakuten entzündlichen Mittelohraffektionen ergibt. Gerade bei diesen prägnantesten Formen

1) Kritisches und Neues über Stimmgabelprüfungen. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. XXIII, S. 122.

2) Protokoll der siebenten Versammlung süddeutscher und Schweizer Ohrenärzte, l. c.

3) Zur pathol. Anatomie der Ozäna. Zeitschr. f. Heilkunde Bd. VII, S. 361.

4) cf. Abhandlung II.

von Mittelohr-Erkrankung, insbesondere bei Otitis media purulenta acuta kann man häufig trotz hochgradiger Herabsetzung der Hörweite einen wenn auch verkürzten so doch noch entschieden positiven Ausfall des Rinne V. konstatiren. Die gleiche Beobachtung hat auch Politzer bei seiner Besprechung dieses Versuches hervorgehoben[1]). Aus diesem Grunde war es, um zuverlässige Aufschlüsse über sein Verhalten bei einfacher Rigidität des Leitungsapparates zu erhalten, nothwendig, auch alle akuten und subakuten entzündlichen Affektionen aus unserer obigen Betrachtung auszuschliessen. Nur auf diesem Wege ist es mir möglich geworden, Klarheit über die diagnostische Bedeutung des Versuches zu gewinnen.

Eine ganz befriedigende Erklärung für dies auffällig differente Verhalten eines Theiles der akuten und subakuten Erkrankungen ist gegenwärtig noch schwer zu finden.

Möglicherweise liegt in den akuten Mittelohreiterungen mit Hörverminderung für Flüstersprache und ausnahmsweise sogar für laute Sprache bis auf 0 gleichzeitig eine stärkere entzündliche Betheiligung des Labyrinthes, etwa in der Form der von Moos bei verschiedenen akuten Infektionskrankheiten konstatirten kleinzelligen Infiltration, vor.

Es wäre aber auch andererseits denkbar, dass eine seröse Infiltration der Schleimhaut, der Gelenke, des ganzen Trommelfelles und des Lig. annulare einen anderen, sogar vielleicht entgegengesetzten Einfluss auf den Mechanismus des Leitungsapparates ausübt, als die einfache straffere Fixation, wie sie bei den chronischen Sklerosirungsprozessen vorliegt.. Die Durchtränkung mit Flüssigkeit könnte möglicherweise nicht eine Anspannung sondern eine Erschlaffung zur Folge haben, und es würden dann gleichzeitig zwei Momente im entgegengesetzten Sinne auf den Leitungsapparat einwirken, auf der einen Seite die Succulenz des Gewebes, auf der anderen Seite die einseitige Belastung des Trommelfelles durch den hier meist gleichzeitig vorhandenen Tubenabschluss.

Gegen beide Annahmen spricht aber das Verhalten der o. t. Leitung beim Weber'schen Versuch, welcher bekanntlich gerade bei allen akuteren Mittelohr-Entzündungen fast immer mit voller Entschiedenheit zu Gunsten des kranken oder kränkeren Ohres ausfällt, und die Perceptionsdauer für die beiden geprüften Stimmgabeln a′ und A vom Scheitel. Dieser anscheinende Widerspruch bleibt daher vorerst noch ungelöst.

Um so mehr hat es der vollen Entschiedenheit der Ergebnisse bedurft, wie sie uns in Tabelle I und II bei den chronischen Affektionen

[1]) Protokoll über die siebente Versammlung süddeutscher und Schweizer Ohrenärzte. l. c.

mit negativem Befunde entgegengetreten sind, um dem Rinne V. trotzdem seine Geltung für diese letzteren zu wahren.

Es lassen sich die obigen Erfahrungen in folgende kurze Schlusssätze zusammenfassen:

Bei allen **doppelseitigen** Erkrankungen des Ohres mit nicht zu weit auseinander liegender Hörweite der beiden Seiten beweist uns der negative Ausfall des Rinne V. das Vorhandensein einer Veränderung am Schallleitungsapparate. Dieser Satz gilt aber nicht ebenso umgekehrt, d. h. wir haben durchaus nicht in allen Fällen, wo eine Mittelohraffektion vorliegt, auch einen negativen Ausfall des Versuches zu erwarten. Derselbe findet sich vielmehr hier sehr häufig zwar verkürzt aber positiv, nämlich:

1. bei den chronischen Affektionen mit negativem Befunde für Spiegel- und Katheteruntersuchung, wenn eine relativ gute Hörweite, über 1 Meter für Flüstersprache vorhanden ist (Lucae);

2. bei akuten und subakuten Mittelohr-Erkrankungen mit Exsudat in der Paukenhöhle trotz starker Herabsetzung des Hörvermögens.

Bei hochgradiger nur **einseitiger** Affektion kann umgekehrt der Versuch negativ ausfallen, trotzdem dass der Schallleitungsapparat intakt ist.

Ein normal langer oder nur wenig verkürzter positiver Ausfall der Rinne V. bei stark herabgesetzter Hör weite neben sonstigem negativen Untersuchungsbefunde für Spiegel- und Luftdouche lässt eine wesentliche Betheiligung des Schallleitungsapparates an der Funktionsstörung ausschliessen, mag die Erkrankung eine doppelseitige oder einseitige sein.

Das Ergebniss der tiefen A-Stimmgabel ist, wenigstens für die Erkrankungen des Mittelohres, ein entschiedeneres als dasjenige von a^I, indem die Zeitdauer des negativen Rinne V. regelmässig eine längere, sehr häufig — ϑ ist. Diesem entschiedeneren Ausfalle bei der Prüfung mit der tiefen Stimmgabel A ist es auch zuzuschreiben, dass bei verkürztem positivem Rinne für a^I der Versuch mit A kurz negativ ausfallen kann. Niemals ist das Umgekehrte, nämlich ein positiver Ausfall mit A neben einem negativen mit a^I zur Beobachtung gekommen, und es ist wohl diese Möglichkeit physikalisch ausgeschlossen.

Auf die auffällig gute Hörweite für tiefe Töne in Luftleitung bei

Erkrankungen des inneren Ohres ist bereits wiederholt von Lucae[1]) hingewiesen worden, welcher häufig neben einer Herabsetzung der Hörweite auf 150—10 cm für Flüstersprache doch noch für die von ihm benützte um $1^{1}/_{2}$ Töne höher als A liegende Stimmgabel c sogar ein dem gesunden Ohre entsprechendes normal langes Ausklingen in der Luftleitung konstatiren konnte. Nach Lucae lässt dieses Symptom von vornherein eine wesentliche Störung im Schallleitungsapparate ausschliessen und die Diagnose einer Labyrinth-Erkrankung gesichert erscheinen.

Die obigen Tabellen bestätigen ferner, dass die von Lucae empfohlene Prüfung auf die Perception hoher Töne eine wesentliche Ergänzung unserer Untersuchungsmittel bildet. Das durch Burckhardt-Merian bekannt gewordene Galton'sche Pfeifchen habe ich für diesen Zweck sehr hoch schätzen lernen. Ebenso wie Burckhardt-Merian[2]) und Rohrer[3]) habe auch ich innerhalb der von demselben umfassten Tonskala wiederholt bei Kranken Tonlücken konstatiren können, welche uns berechtigen, die Erkrankung in das Labyrinth zu verlegen, wobei selbstverständlich eine etwa komplizirende Erkrankung des Mittelohres nicht ausgeschlossen ist. Häufiger fehlt in der Perception der Labyrinthkranken ein grösseres kontinuirliches Stück, welches dem oberen Ende seiner Skala angehört.

Ein kleiner Theil vom obersten Ende der Skala geht aber für die Perception sehr häufig auch verloren bei Kranken, welche nach dem Ergebniss der sämmtlichen übrigen Untersuchungsmethoden unzweifelhaft an einer Affektion des Schallleitungsapparates leiden; insbesondere tritt dies häufig bei den schwereren Formen der Sklerosirungsprozesse zum Vorschein, und meine Ergebnisse stimmen auch in dieser Beziehung mit denen Burckhardt-Merian's und Rohrer's überein.

Eine Erklärung für diese Verkürzung im obersten Theile der Skala neben Fixation des Schallleitungsapparates vermag der von mir mitgetheilte Sektionsbericht über einen Fall von Ankylose des Stapes zu geben, welchen ich in der Versammlung befreundeter Aerzte zu München 1885[4]) demonstrirt habe. An dem macerirten Knochenpräparate findet sich der Steigbügel noch in situ im ovalen Fenster, und bei der Betrachtung seiner Fussplatte von der Labyrinthseite zeigt sich „die Innenfläche der

[1]) Die bei Schwerhörigen zu beobachtende gute Perception der tieferen musikalischen Töne. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. XV, S. 273 und Kritisches und Neues über Stimmgabelprüfung, l. c.

[2]) Vergleichende Ergebnisse verschiedenartiger Hörprüfungen. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. XXII, S. 177.

[3]) Der Rinne'sche Versuch. Zürich 1885.

[4]) cf. Abhandl. II.

Fussplatte fast rings umgeben von einer weissen glatten Auflagerung auf der Labyrinthwand, welche nur nach rückwärts eine kleine Strecke der Circumferenz um die Fussplatte frei lässt. Nach aufwärts erstreckt sich die weisse Auflagerung bis zur Grenze der Ampulle des Canalis semicirc. horiz., nach abwärts ist sie noch eine Strecke in den Anfang der Scala vestib. zu verfolgen". Leider habe ich in diesem Falle, bei dem im Leben der Rinne V. exquisit negativ, — 13 für a^{I} bei einer Hörweite von 6 cm für Flüstersprache ausgefallen war versäumt, auf die Perception von hohen Tönen zu prüfen. Nach dem Ergebnisse des Rinne V. neben sonstigem negativen Untersuchungsbefunde ist dieser Fall vollständig in Analogie mit den in Tabelle I zusammengestellten zu bringen, und die oftmalige Verkürzung im obersten Theile der Skala, welche in dieser Tabelle hervortritt, wird uns verständlich, wenn wir annehmen, dass gerade bei den schwereren Affektionen dieser Rubrik die Erkrankung häufig ebenso wie in unserem Sektionsfalle auf der Innenfläche des Stapes in Form von Verkalkung des Labyrinthperiostes spielt und in den Anfang der unteren Schneckenwindung sich fortsetzt.

Als meine Aufgabe betrachte ich es noch, hier am Schlusse darauf hinzuweisen, welche neuen Gesichtspunkte uns die Ergebnisse der vergleichenden Funktionsprüfungen am erkrankten Ohre eröffnen für unsere Kenntnisse über die normale Funktion des Schallleitungsapparates.

Die Beobachtung, welche Blake und mit diesem übereinstimmend Burckhardt-Merian gemacht haben, dass Trommelfellperforationen ebenso wie Verlust von Hammer und Ambos die Perception hoher Töne sogar steigern können, beweist uns, dass eine Erkrankung des Schallzuleitungsapparates an sich dieselbe jedenfalls nicht stört. Es führt uns dies im Zusammenhalt mit den oben gefundenen total entgegengesetzten Resultaten für die tiefen Töne bei Schallleitungshindernissen zu einer physiologischen Schlussfolgerung von grosser Tragweite.

Burckhardt-Merian stellt an die Spitze seiner Schlusssätze in der oben citirten Arbeit den folgenden: „In einer Reihe von Fällen zeigt sich bei gehörkranken Individuen des verschiedensten Alters, dass die Kopfknochenleitung eine so vorzügliche ist, dass selbst der festeste Verschluss beider Gehörgänge eine Abschwächung der Perception für Klangstäbe und Galtonpfeife nicht hervorzubringen im Stande ist." Ferner findet er öfters normales Hören für diese beiden Tonquellen

neben hochgradigster Schwerhörigkeit für Sprache und tiefe Töne. In einem von ihm angeführten Falle hörte die Patientin vom Donner absolut nichts, die Kanarienvögel hingegen auf weite Distanz schon pfeifen, dabei bestand etwas Paracusis Willisiana. Ganz ähnliche Beobachtungen habe ich selbst gemacht bei hochgradig Schwerhörigen mit negativem Ausfalle des Rinne V. und über die Norm verlängerter Dauer der Knochenleitung für Stimmgabeln. Auch die Angabe, dass sie das Donnern nicht hören, wurde mir wiederholt von derartigen Kranken gemacht. Dass trotzdem die Perception für die hohen Töne in solchen Fällen vollkommen intakt sein kann, lässt uns schliessen, dass der Schallleitungsapparat für die Uebermittelung dieses Theiles der Skala überhaupt eine nur geringfügige oder gar keine Rolle spielt.

Ganz anders verhält sich der untere Theil der Skala gegenüber den Hemmnissen, welche den Leitungsapparat in seinem labilen Gleichgewichte stören. Bereits Wollaston (Phil. Transact. 1820) hat beobachtet, dass die Schwerhörigkeit, welche durch grössere Anspannung des Trommelfelles entsteht, keine gleichmässige für die hohen und tiefen Töne ist, sondern dass dabei nur Taubheit für tiefe Töne auftritt. „Schlug er einen Tisch mit der Spitze seines Fingers an, so gab das Brett einen dumpfen tiefen Ton, schlug er ihn mit dem Nagel an, so entstand ein höherer, durchdringender Ton. Bei Verdünnung der Luft in der Trommelhöhle (durch forcirte Inspiration bei geschlossenen Mund- und Nasenöffnungen) hörte er nur den letzteren Ton, nicht den tiefen. Das dumpfe, tiefe Gerassel eines Wagens wurde bei der Luftverdünnung und Spannung des Trommelfelles nicht mehr wahrgenommen, aber das Geklirr der Ketten und anderen Eisenwerks am Wagen wurde auch dann sehr scharf gehört." Johannes Müller, dessen Handbuche der Physiologie[1]) ich obige Stelle entnehme, findet diese Versuche an sich bestätigt. Müller sucht diese Erscheinung aus der Erhöhung des Grundtons, für welchen das Trommelfell abgestimmt ist, zu erklären.

Es lag nahe, diese einfachen Versuche mit Hilfe reinerer und in ihrer Höhe und Intensität sicherer bestimmbarer Tonquellen zu wiederholen. Ich habe zu diesem Zwecke die oben beschriebenen beiden und noch eine Reihe anderer Stimmgabeln benützt und habe die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass man den Ton der grossen A-Stimmgabel, während sie noch kräftig vor dem Ohre klingt, willkürlich vollständig und plötzlich auslöschen kann, sobald man eine Anspannung des Trommelfelles erzeugt, indem man die

---

1) Bd. II, S. 437.

Luft der Mittelohrräume in der oben bezeichneten Weise durch forcirte Inspiration verdünnt. Treibt man darauf das Trommelfell durch Luftverdichtung nach aussen, indem man den Valsalva'schen Versuch anstellt, so erscheint der Ton sofort wieder in seiner früheren Intensität. Dieses alternirende Verschwinden und Wiedererscheinen des Tones kann man während des Verklingens der genannten Stimmgabel A vor dem Ohre 6 bis 7 mal wiederholen. Der Ton der Stimmgabel bleibt nach der Luftverdünnung so lange vollständig verschwunden, bis man durch den Valsalva'schen Versuch oder in anderer Weise die Tuba wieder eröffnet. Schlagend gelingt dieses Experiment natürlich nur mit einer obertönefreien Stimmgabel; zwei je um eine Oktave tiefere und eine Oktave höhere Stimmgabeln, welche ich besitze, haben Obertöne, und zwar ist der erste Oberton bei der tieferen Gabel die Quinte ihrer dritten Oktave. Hier verschwindet bei dem durch Aspiration erzeugten negativen Valsalva'schen Versuch nur der tiefe Grundton, während der bezeichnete Oberton in Folge dessen um so deutlicher hervortritt. Bei der um zwei Oktaven höheren a-Gabel muss der Grundton schon ziemlich schwach sein, um ganz zu verschwinden, bei der a^{I}-Gabel bringt das Experiment nur mehr eine Schwächung, kein Verschwinden ihres Tones hervor, und bei der a^{II}-Gabel ist dasselbe überhaupt einflusslos auf seine Intensität.

Die gleiche Wirkung wie eine durch Luftverdünnung in der Paukenhöhle hergestellte Differenz zwischen den Luftdruckverhältnissen ausser- und innerhalb des Trommelfelles hat auch eine vermehrte Belastung desselben durch Steigerung des äusseren atmosphärischen Druckes, wie sie im pneumatischen Kabinet stattfindet. So fanden Mach und Kessel[1]) schon bei einer Druckerhöhung von 14 cm Wasser ein Zurücktreten der tieferen Töne, der letztere Autor bei tiefen (vierfüssigen offenen) Orgelpfeifen sogar ein Verlöschen des Grundtones und ein Vortreten der Obertöne.

Auch die Gehörsprüfungen an Personen, welche im Stande sind, den M. tensor tymp. willkürlich anzuspannen, haben ziemlich übereinstimmend während der Kontraktion des Trommelfellspanners eine Dämpfung für die tiefen Töne ergeben[2]).

Vergleichen wir nun mit den erörterten physiologischen Verhältnissen die Thatsachen, welche wir aus der obigen Zusammenstellung

---

1) Sitzungsber. der k. Akademie der Wissensch. Bd. LXVI, Abtheil. 3, Oktober-Heft, Jahrg. 1872.

2) cf. Lucae, Physiol. diagnost. Beitrag zur Ohrenheilk. Berliner klin. Wochenschr. 1886, Nr. 32.

von pathologischen Veränderungen am Schallleitungsapparate erhalten haben, so hat uns die Tabelle I ergeben, dass unter 58 untersuchten Gehörorganen, bei denen wir Sklerosirungsprozesse an der Leitungskette anzunehmen berechtigt sind, die obertönefreie A-Stimmgabel 32 mal gar nicht per Luft gehört wurde, 1 mal (bei Hörweite für Konversationssprache 3 cm) war dies auch mit der a^{I}-Stimmgabel der Fall.

Ganz analoge Verhältnisse ergaben sich bei den Zerstörungen am Schallleitungsapparate in Tabelle III; auch hier war die Luftleitung unter 30 Gehörorganen, mit zum Theil nur mässiger Herabsetzung der Hörweite für die Sprache, 17 mal für die A-Stimmgabel und 1 mal für die a^{I}-Stimmgabel (bei Hörweite für Konversationssprache 2 cm) = 0. Der negative Ausfall des Rinne V. bei den übrigen lässt wenigstens eine beträchtliche Verkürzung der Luftleitung für die tiefen Stimmgabeln annehmen.

Es sei hier darauf hingewiesen, dass auch Hartmann in seinen „Typen der verschiedenen Formen von Schwerhörigkeit“[1]) übereinstimmend mit den obigen Untersuchungsresultaten „bei abgelaufener eitriger Mittelohr-Entzündung mit Zerstörung des Trommelfelles und Sklerosirung der Trommelhöhlenschleimhaut, andererseits bei den Prozessen, welche als „trockener Katarrh“ (von Troeltsch) oder als Sklerose der Trommelhöhlenschleimhaut bezeichnet werden“, welche in Typus I und II daselbst graphisch dargestellt sind, die Perception für die von ihm benützte c-Gabel per Luft = 0 gefunden hat, die ja nur um eine kleine Terze höher liegt, als die oben benützte A-Gabel.

Aus diesem gegensätzlichen Verhalten der hohen und tiefen Töne bei theilweiser oder vollständiger Funktionsbehinderung der Leitungskette ergibt sich mit Nothwendigkeit der Schluss:

Der Schallleitungsapparat vermittelt nur die Ueberleitung für die Schallwellen des unteren Theiles der Tonskala, welche per aërotympanale Leitung unser Ohr treffen; für den oberen Theil der Skala scheint derselbe entbehrlich. Wo der Schallleitungsapparat ausser Funktion getreten ist, hat das Ohr die Fähigkeit verloren, die Töne des unteren Theiles der Skala, mindestens von A abwärts, welche durch die Luft in dasselbe gelangen, zu percipiren.

Diese nach den obigen Untersuchungsresultaten kaum anzuzweifelnde Annahme führt aber zu einer zweiten Schlussfolgerung von allgemeinerer Bedeutung für die ganze Thierreihe, welche von mir nur angedeutet werden kann:

---

1) Berlin 1886.

Der Hilfsapparat, welcher in Form der Schallleitungskette erst allmählich bei den Wirbelthieren zum peripirenden Apparate des Ohres hinzutritt, bedeutet eine Ausbreitung der Perception für die Tonskala um eine Reihe von Oktaven nach abwärts. Dabei bleibt allerdings die Möglichkeit bestehen, dass bei anderer Organisation auch eine andere Vorrichtung des Gehörorganes für die Aufnahme der tiefen Töne vorhanden sein könnte. Die unter Wasser lebenden Thiere sind ohnedies mit Rücksicht auf die Zuleitung der Schallwellen durch ein anderes Medium von einer Vergleichung hier von vornherein ausgeschlossen.

IV.

Eine kontinuirliche Tonreihe als Hörprüfungsmittel[1].

Bis vor wenigen Jahren haben sich unsere Hörprüfungen in der Hauptsache auf die Feststellung der Hördistanz für die Taschenuhr und für die Flüster- und Konversationssprache beschränkt. An Stelle der Uhr trat später Politzer's Hörmesser mit abgestimmtem Ton von bestimmter Intensität.

Stimmgabeln wurden in der Regel hauptsächlich verwendet, um den Grad der vorhandenen Knochenleitung und ihr Verhältniss zur Luftleitung (Rinne'scher Versuch) festzustellen. Nur ausnahmsweise und von wenigen Otiatrikern wurden einige hohe und tiefe Stimmgabeln oder eine Oktavenreihe zur Prüfung auch für die Luftleitung verwerthet.

Der Aufschluss, welchen wir mit diesen wenigen Prüfungsmitteln über die Leistungsfähigkeit des Ohres erhalten, kann nur ein sehr unvollkommener sein; denn die Perceptions- und Unterscheidungsfähigkeit unseres Gehörs erstreckt sich über mindestens 11 Oktaven, während die Reihe von Farben, welche unser Auge zu empfinden vermag, ihren Schwingungszahlen entsprechend, nur 1 $^1/_2$ Oktaven umfasst.

Diese Leistungsfähigkeit des Ohres ist, wie Helmholtz in seiner Lehre von den Tonempfindungen ausführt, eine höchst wunderbare. Ich möchte Ihnen nur kurz den Gedankengang von Helmholtz in Erinnerung zurückrufen. Wenn das Auge die den Lufterscheinungen analogen Wellen verfolgt, welche auf der Oberfläche des Wassers sichtbar werden, so nimmt es die komplizirtesten Formen wahr, indem eine ganze Reihe von Wellensystemen sich übereinander legen kann, ohne sich gegenseitig zu stören; es summiren sich hier einfach alle Wellenberge und Thäler so, wie sie aufeinander zu liegen kommen. Ganz

1) Vortrag, gehalten in der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie zu München am 5. Juli 1892. Münch. med. Wochenschr. Nr. 38, 1892.

anders verhält sich das Ohr den Wellen gegenüber, welche durch eine Reihe von Tönen in der Luft erzeugt werden. Nicht die Summen der Luft-Verdichtungen und Verdünnungen, welche graphisch aufgezeichnet ein den Wasserwellen analoges Bild geben, werden von unserem Ohr aufgefasst, sondern dasselbe nimmt eine vollkommene Zerlegung der es treffenden Luftwellen in die ursprünglichen Komponenten vor, aus welchen jede Luft-Verdichtung und Verdünnung sich zusammengesetzt hat. Obgleich in einem bestimmten Moment nur ein bestimmter Grad von Luftdruck auf unser Trommelfell einwirken kann, so hören wir doch in dem gleichen Moment die ganze Reihe von einzelnen Tönen gleichzeitig und gesondert, aus deren Zusammenklingen der einwirkende Luftdruck entstanden ist. Das Ohr ist im Stande, jede noch so komplizirte Form von rhythmischen Schwingungen in einfache pendelartige Schwingungen zu zerlegen, wie sie den reinen Tönen entsprechen, welche in ihrem Zusammenwirken den positiven oder negativen Luftdruck erzeugt haben.

Wir finden in der Natur nur ein Analogon für diesen Vorgang im Ohre, nämlich das Mitklingen von Saiteninstrumenten, welche die ausserhalb derselben erzeugten Töne in sich enthalten. Wenn wir den Dämpfer von den Saiten des Klaviers aufheben und singen einen Ton hinein, so erklingt sowohl die Saite, welche in ihrer Stimmung diesem Ton entspricht, als die sämmtlichen Saiten, welche den Partialtönen entsprechen, aus welchen der gesungene Ton zusammengesetzt war.

Es findet also hier die gleiche Zerlegung des Klanges statt, wie im Ohr und wir sind gezwungen, im Ohr nach einem Apparat zu suchen, welcher Analoges leistet, wie die Saiten des Klaviers. Ein Apparat, welcher nach seinem ganzen anatomischen Bau diesen Anforderungen zu entsprechen scheint, findet sich in der die Endausbreitung des Ramus cochlearis tragenden Lamina spiralis membranacea der Schnecke mit dem Corti'schen Organ. Die von der Basis bis zur Kuppel der Schnecke allmählich zunehmende Länge ihrer radial gestellten Fasern lässt uns die Perception für den untersten Theil der Tonskala in der Kuppel, für den obersten Theil in dem vestibularen Ende der Basalwindung suchen.

Diese von Helmholtz begründete Theorie bildet das Fundament nicht nur für die Physiologie des Ohres, sondern auch für das Verständniss aller an ihm vorkommenden pathologischen Vorgänge, welche seine Funktion betreffen.

So nothwendig und unentbehrlich für unser ganzes Denken diese lichtvolle Hypothese von Helmholtz geworden ist, so bedarf sie doch, um vollkommen unanfechtbar zu werden, noch des Nachweises, dass partielle Zerstörungen in der Schnecke auch die entsprechenden Defekte in der Tonreihe zur unausbleiblichen Folge haben. Thierexperimente

scheinen in dieser Richtung wenig aussichtsreich und haben sogar in der Neuzeit zu Zweifeln an der Richtigkeit der Theorie Veranlassung gegeben.

Bessere Aufschlüsse, zunächst darüber, ob überhaupt ein partieller Ausfall von Tönen im Ohr zu Stande kommen kann, sind von den Beobachtungen am erkrankten Gehörorgan des Menschen zu erwarten gewesen und es liegt in der That eine Anzahl von Mittheilungen über den Ausfall von kleineren oder grösseren Tonreihen in der otiatrischen Litteratur vor.

Unter denselben bieten für unsere Frage wohl das grösste Interesse die beiden von Schwartze und Moos erzählten Fälle, welche ich Ihnen als Beispiele kurz anführen möchte.

Der erstere betraf einen bekannten Liederkomponisten. Durch die Einwirkung eines schrillen Lokomotivpfiffes in seiner nächsten Nähe war derselbe für den ganzen oberen Theil der Tonskala vom e der dreigestrichenen Oktave aufwärts plötzlich und vollständig taub geworden. Wir haben also hier ein vollkommenes Analogon der Skotome im Auge, wie sie durch Ueberblendung entstehen; und wie Niemand zweifeln wird, dass diese in der Netzhaut zu lokalisiren sind, so können wir die in dem erwähnten Falle zu Grunde liegende pathologische Veränderung nirgends anders als an einer bestimmten Stelle in der peripheren Endausbreitung des Acusticus suchen.

In dem Fall von Moos hatte sich ein Kapellmeister, entsetzt über das Falschsingen zweier Choristen, gegen beide Ohren geschlagen und war von da an ungefähr acht Tage lang vollkommen taub für Basstöne, so dass er in der Probe nur dann glaubte, dass der Kontrabass thätig sei, wenn er mit den Augen davon sich überzeugte. Auch hier ist das Nächstliegende, an eine partielle Kommotion im Labyrinth zu denken.

Wir dürfen uns nicht wundern, dass es bis jetzt eine verhältnissmässig nur kleine Anzahl von Ohrenärzten ist, welche in dieser Richtung ausgedehntere Erfahrungen gesammelt haben. In der Mehrzahl der Fälle war es überhaupt nicht der Arzt, sondern zunächst der musikverständige Patient, welcher den Ausfall eines Stückes der Skala an sich bemerkt hatte. Es erklärt sich dies einfach aus der Mangelhaftigkeit unserer im Eingang kurz erwähnten Hörprüfungsmittel, die bisher zumeist in Gebrauch standen.

Um Tonlücken festzustellen oder, allgemeiner gesprochen, um überhaupt ein irgend zureichendes Bild von der Leistungsfähigkeit des untersuchten Ohres zu gewinnen, bedürfen wir zu dessen Prüfung nothwendig der ganzen kontinuirlichen Reihe von Tönen, welche unser Ohr aufzunehmen im Stande ist. Die Prüfungstöne müssen rein und, soweit dies erreichbar, frei von Obertönen sein; sie müssen in jeder beliebigen Stärke zu erzeugen sein; sie müssen nicht nur leicht in der Luft direkt vor

dem Ohr hervorgebracht, sondern auch durch den Knochen zugeleitet werden können, soweit die Knochenleitung in der Tonskala überhaupt isolirt zu prüfen ist; die Tonquelle darf endlich, und das ist für unsere Prüfungen noch ein wichtiger Punkt, durch die Luft nicht in beide Ohren gleichzeitig klingen, sondern wir müssen mittelst derselben jedes Ohr isolirt per Luftleitung zu prüfen im Stande sein.

Für den oberen Theil der Tonskala wird eine solche Isolirung überhaupt niemals zu erreichen sein; denn je höher ein Ton liegt, desto leichter hören wir ihn, wenn er stärker anklingt, auch bei vollkommen verschlossenem Ohr. Sie können sich davon leicht überzeugen, wenn Sie beide Gehörgänge fest mit dem Finger verschliessen, während ich die fis^4 Stimmgabel von Lucae stark anschlage. Mindestens die ganze untere Hälfte der Skala lässt sich dagegen bei der Prüfung der Luftleitung mittelst Stimmgabeln sehr wohl auf ein Ohr isoliren.

Die bisher zur Eruirung von Lücken hauptsächlich verwendeten Instrumente, Harmonium, Klavier, Spieldosen etc., können dem grössten Theil der aufgestellten Anforderungen nicht entfernt genügen; denn ganz abgesehen davon, dass sie überhaupt keine kontinuirliche Reihe darstellen, und weder das obere noch das untere Ende unseres Hörbereiches in denselben enthalten ist, sind die Töne aller dieser Instrumente reich an harmonischen, theilweise auch an unharmonischen Obertönen, durch welche sie erst ihren musikalischen Charakter und die jedem Instrumente eigenthümliche Klangfarbe gewinnen.

Es gibt, abgesehen von den Resonatoren, die ihren Ton von anderen Instrumenten entlehnen, nach Helmholtz nur zwei Instrumente, welche genügend frei von Obertönen sind, um für unsere Zwecke in Betracht zu kommen; das sind erstens die Stimmgabeln, und zweitens gedackte Orgelpfeifen.

Stimmgabeln haben überhaupt nur hohe Obertöne, deren erster eine nicht ganz konstante Höhe hat, welche ungefähr zwischen der Quinte und Sexte der dritten Oktave vom Grundton aufwärts liegt, während ihre höheren Obertöne sehr rasch, nämlich im Quadrate der ungeraden Zahlen in die Höhe steigen.

Auch diese verhältnissmässig wenigen Obertöne lassen sich durch Belastung der Gabeln an ihren Zinkenenden zum Verschwinden bringen; Politzer hat seit Jahren eine solche obertönefreie belastete Stimmgabel zu Hörprüfungen in die Ohrenheilkunde eingeführt. Die Gewichte an den Stimmgabeln bieten den weiteren Vortheil, dass wir durch ihre Verschiebung längs der Zinken eine kontinuirliche Reihe von in ihrer Stärke nicht zu verschiedenen Tönen erzeugen können, welche eine Quinte und mehr umfasst.

Aus solchen Stimmgabeln verschiedener Länge und Dicke mit Lauf-

gewichten und aus gedackten Orgelpfeifchen für die Erzeugung der höheren Töne habe ich im Lauf der letzten Jahre allmählich eine Tonreihe zusammengesetzt, welche sowohl die obere und untere Grenze unseres Hörbereiches in sich fasst, als auch erlaubt, jeden beliebigen Ton innerhalb dieses Bereiches hervorzubringen.

Das ganze Instrumentarium besteht aus neun[1]) Stimmgabeln, zwei gedackten Orgelpfeifchen und dem sogenannten Galtonpfeifchen, welches ebenfalls ein gedacktes Orgelpfeifchen darstellt.

Das letztere ist bereits vor 14 Jahren von meinem verstorbenen Freund, dem Basler Otologen Burckhardt-Merian in die Ohrenheilkunde eingeführt worden. Es enthält die sämmtlichen Töne, welche zwischen dem fünfgestrichenen f und unserer oberen Tongrenze liegen. Dies wird erreicht durch eine Schraube mit engem Gewinde, welche als Stempel die Länge des Rohres successive verkürzt. Die Höhe seiner einzelnen Töne in dessen oberem Bereich ist nur schwer und ungenau durch das Ohr abzuschätzen, und es ist daher zweckmässig, die Länge seines Rohres einfach in 12 gleiche Theile abgetheilt, welche in Zehnteln abgelesen werden können, also im Ganzen in 120 gleiche Abtheilungen, welche allerdings nach oben successive wachsenden Tonintervallen entsprechen. Unserem praktischen Bedürfnisse genügt aber die Eintheilung vollkommen, da mit der wachsenden Tonhöhe auch die Unsicherheit unseres Urtheils über die Intervalle zunimmt.

Auf dem III. internationalen Kongress der Ohrenärzte zu Basel habe ich einen Versuch mit angehört, welchen der Physiker Hagenbach-Bischoff mit diesem Pfeifchen anstellte, dessen Mittheilung Sie gewiss interessiren wird:

Eine sogenannte sensitive Flamme, wie sie Tyndall zu seinen schönen Versuchen benützte, befand sich einige Schritte von dem Experimentator entfernt. Während dieselbe bei den gewöhnlichen Geräuschen im Saal, auch beim lauten Sprechen nur geringe Bewegungen zeigte, zuckte sie sofort zusammen beim Schütteln mit einem Schlüsselbund, ebenso bei jedem Ton, der mit dem Galtonpfeifchen erzeugt wurde. Das Merkwürdige war nun, dass die Flamme noch längere Zeit energisch fortzuckte, als Hagenbach das Pfeifchen so hoch hinaufschraubte, dass unser Ohr längst nichts mehr von seinem Pfiffe hörte. Die Flamme zeigte also im Galtonpfeifchen enthaltene Töne an, welche für das menschliche Ohr überhaupt, wenigstens in dieser Stärke, nicht mehr hörbar sind.

---

[1]) *Nachträgliche Anmerkung.* Jetzt 10 Stimmgabeln. Die von mir zusammengestellte kontinuirliche Tonreihe wird vom physikalisch technischen Institut des Herrn Professor Dr. Edelmann (München, Nymphenburgerstrasse 82) geliefert.

Nach abwärts schliesst sich an das Galtonpfeifchen ein Orgelpfeifchen an, dessen obere Tongrenze der unteren Tongrenze des Galton (f^5) entspricht, wie Sie sich überzeugen können, wenn ich beide auf den gleichen Ton einstelle.

Mit diesem Pfeifchen befinden wir uns bereits in demjenigen Theil der Tonskala, welcher musikalische Verwerthung findet; es enthält die zwischen a^3 und f^5 liegenden Töne. Im Anschluss daran enthält die zweite grössere gedackte Pfeife die Oktave zwischen a^2 und a^3 und noch ein Stück darunter und darüber.

Die in diesem Pfeifchen enthaltene Tonhöhe von a^2 ist mir aber gelungen, mit belasteten Stimmgabeln zu erreichen. An dieser Stelle findet also in meiner Reihe der Anschluss zwischen Pfeifen und Stimmgabeln statt.

Mit der Verdünnung und Verlängerung der Zinken sinkt der Ton in der hier vorliegenden Stimmgabelreihe successive herab bis zu A_1 mit 55 v. d., indem jede dieser Gabeln an die vorausgehende sich mit dem in ihr enthaltenen Stück der Tonreihe anschliesst.

Nur die beiden obersten, dis^2 und g^1, werden Sie bei starkem Anschlag noch in der Nähe etwas durch die Luft klingen hören; dagegen wächst ihre Intensität, auch der tieferen Stimmgabeln, gewaltig, wenn wir sie nahe vor den Gehörgang bringen. Daran ist schon ohne weitere akustische Hilfsmittel zu erkennen, dass diesen Stimmgabeln die Obertöne fehlen, welche ja den weithin hörbaren musikalischen Tönen ihre harmonische Klangfarbe geben. Für unsere Prüfungen bedürfen wir natürlich die einzelnen Töne isolirt und rein.

Es entspringt uns aber aus dem Besitz dieser obertönefreien Töne noch ein weiterer grosser Vortheil: Dadurch, dass sie nur auf ganz kurze Distanz per Luft vom Ohre hörbar sind, gestatten sie uns, jedes Ohr vollkommen isolirt für sich zu prüfen, nicht einmal ein Verschluss des anderen ist dabei nothwendig.

Für die Kopfknochenleitung, zu welchem Zweck wir den Stimmgabelstiel auf den Scheitel aufsetzen, lässt sich selbstverständlich mit diesen ebenso wenig wie mit irgendwelchen anderen Instrumenten eine Isolirung des einzelnen Ohres erreichen.

Auf eine etwas grössere Entfernung kann ich Ihnen diese Stimmgabeln hörbar machen, wenn ich sie mit einer Gummiunterlage auf den Tisch aufsetze. Es ist aber jetzt nicht mehr der Ton der Stimmgabel allein, welcher hier zu Gehör kommt, sondern die Resonanz des Tisches, welcher selbst mehr oder weniger Obertöne mit erzeugt.

Um in der Tonreihe unter das Kontra A mit 55 v. d. herabzusteigen, müssen die Stimmgabeln rasch an Grösse beträchtlich wachsen,

denn ihr Ton erscheint unserem Ohr mit zunehmender Tiefe successive schwächer trotz der grössten Schwingungsamplituden.

Eine grosse Stimmgabel, welche bereits unbelastet den Ton A_1 gab, wurde zur Erzeugung von noch tieferen Tönen mit verschieden schweren Gewichten belastet.

Während es nun bis zum Kontra A leicht möglich ist, mit dem Ohr die Tonhöhe zu bestimmen, hört nach abwärts von diesem Tone die Fähigkeit der Tonhöhebestimmung auch für den geübtesten Musiker sehr bald auf; beispielsweise war dies unserem Violinspieler Benno Walter, dem ich die Gabeln vorlegte, nicht möglich. Hier kamen mir Herr Obermedizinalrath v. Voit und sein Bruder Professor Erwin Voit mit ihrer Hilfe entgegen. Wir liessen die ebenso wie bei der Hörprüfung frei in der Hand gehaltene Stimmgabel ihre Schwingungen mittelst einer aufgeklebten Borste auf einen rotirenden berussten Cylinder aufschreiben, während direkt neben der entstehenden Kurve eine elektrische Uhr die Sekundenunterbrechungen einzeichnete. Die Zählung der Schwingungen ergab, dass wir mit einer Gesammtbelastung der Zinkenenden von nicht ganz einem Pfund (462 g) den tiefsten Ton der meisten Orgeln erreicht hatten, nämlich C_1 mit 32 Doppelschwingungen.

Dieser Ton lässt durch seinen dröhnenden Charakter bereits seine Zusammensetzung aus einer beschränkten Zahl von Schwingungen erkennen. Er ist noch so stark, dass er dem Ohre bei längerem Hören sehr bald empfindlich lästig wird. Unser Trommelfell und Schallleitungsapparat muss ja die Schwingungen mitmachen, welche der grossen Amplitude dieser Gabel entsprechen.

Die bisher vorgezeigten Stimmgabeln sind von Instrumentenmacher Katsch in München nach meinen Angaben gefertigt.

Wir sind aber hiermit noch immer nicht an der wirklichen Perceptionsgrenze unseres Gehörorganes für den unteren Theil der Tonskala angelangt.

W. Preyer hat mittelst Metallzungen von acht Schwingungen aufwärts, welche allerdings reich an Obertönen waren, die untere Tongrenze zu bestimmen gesucht. Die Empfindung eines Grundtones begann für sein darauf eingeübtes Ohr mit 16 Schwingungen. Eine mächtige über 11 Kilo wiegende belastete Stimmgabel mit einer Anfangsamplitude von 4 ½ cm, welche 13,7 Schwingungen in der Sekunde machte, liess weder ihm, noch sämmtlichen von ihm Untersuchten einen Ton erkennen. Dagegen ergab eine andere Stimmgabel von 18,6 Schwingungen mit einem Gewicht von nahezu 7 Kilo und einer Anfangsamplitude von 3 ½ cm sowohl für ihn, als für die meisten Untersuchten bereits eine unzweifelhafte dumpfe Tonempfindung. Die Instrumente waren von Appunn in Hanau hergestellt.

Ich wendete mich nun im letzten Winter ebenfalls an Appunn und es gelang ihm, mir eine Stimmgabel von 1525 g Gewicht zu liefern, welche noch mit der Hand zu führen ist. Auch die Schwingungszahlen dieser Gabel wurden in der oben erwähnten Weise durch Aufschreibung derselben auf dem berussten Cylinder bestimmt; und es ergab sich die für uns erfreuliche Thatsache, dass diese Gabel durch Belastung mit zwei Paar verschieden schweren Gewichten und Verschiebung derselben längs der Zinken vollkommen denjenigen Theil der Skala erzeugen lässt, welcher in der zusammengestellten Tonreihe bisher noch gefehlt hatte, nämlich 30—16 Schwingungen. Ich lege Ihnen hier einige Aufzeichnungen vor, welche diese Stimmgabel gemacht hat; Sie können an denselben sich überzeugen, dass die aufgeschriebenen Kurven reine pendelartige Schwingungen darstellen. Ein Oberton klingt erst bei 30 Schwingungen mit, ist aber leicht durch Berührung der Zinken in ihrem unteren Theil zu eliminiren. Ihre Töne werden nach abwärts zwar schwächer, aber auch bei 16 Schwingungen vernimmt die grosse Mehrzahl der zahlreichen von mir Untersuchten noch einen dumpfen, aber wohl hörbaren flatternden Ton, in dem allerdings die einzelnen Schwingungen schon sehr deutlich wie für das Auge ebenso auch für das Ohr hervortreten.

Eine kleinere Anzahl sonst normal Hörender vernimmt aber bei dieser Tiefe und noch ein Stück der Skala aufwärts auch während der stärksten Schwingung dieser Gabel absolut nichts. Die letztere Beobachtung erscheint beweisend dafür, dass es wirklich lediglich die Summe der aufgezeichneten Schwingungen ist, welche von der Mehrzahl als Ton empfunden wird und nicht etwa entstehende Nebengeräusche.

Noch tiefer in der Skala herab, nämlich bis zu acht Schwingungen, kam Appunn mit einer in Vibration versetzten eingeklemmten Stahllamelle, welche oben in einer Scheibe endigt. Ich habe Ihnen hier auch dieses Instrument aufgestellt. Seine Schwingungen dauern nur kurze Zeit an, sind aber so stark, dass wir schon bei vier Schwingungen in der Sekunde jede einzelne als starken Luftstoss hören. Es bedarf daher einer besonderen Einübung, um für dieses Instrument die Grenze zu bestimmen, bei der eine wirkliche Tonbildung beginnt. Ausserdem können die starken Luftstösse, welche mit denselben dem Trommelfell mitgetheilt werden, nicht als gleichgültig für das Ohr betrachtet werden.

Wir beschränken uns also für die Prüfung des erkrankten Gehörorgans besser auf die vorgelegte Stimmgabelreihe, mit der ja bereits für einen Theil der Normalhörenden die untere Tongrenze erreicht ist.

Seitdem Helmholtz seine Theorie über die Funktion der Schnecke aufstellte, hat das Mitschwingen aller Musikinstrumente, wenn ein Ton erklingt, auf welchen sie abgestimmt sind, für uns eine erhöhte Be-

deutung gewonnen, und ich möchte Ihnen wenigstens ein paar Beispiele von einem solchen Mitklingen vorführen, soweit das vorliegende Instrumentarium mir dies gestattet.

Wenn ich die grössere Orgelpfeife auf den Ton a^2 einstelle und halte die angeschlagene Stimmgabel a^2, welche Sie für sich allein nur auf kurze Distanz hören können, vor ihr Mundloch, so entsteht dieser weithin vernehmbare reine Ton.

Umgekehrt, wenn ich in nächster Nähe dieser starken Stimmgabel von Lucae, deren Ton zwischen fis^4 und g^4 liegt, mittelst des höheren Orgelpfeifchens den gleichen Ton angebe, so hören Sie, wenigstens in der Nähe, den Ton noch eine längere Zeit fortklingen, nachdem ich aufgehört habe, zu pfeifen. Die Schwingungen der kleinen in diesem Pfeifchen enthaltenen Luftsäule vermögen also die mächtigen kurzen und dicken Zinken dieser Stimmgabel in die gleiche schwingende Bewegung zu versetzen.

Ueber die Resultate, welche wir durch die Prüfung mit Hilfe dieser kontinuirlichen Tonreihe erhalten, möchte ich um so mehr auf kurze Andeutungen mich beschränken, als zu einer durchsichtigen Gruppirung dieser mühsamen Untersuchungen noch eine lange Arbeit nothwendig sein wird.

Partielle Defekte in der Perception der Tonskala finden sich meist an ihrem oberen und unteren Ende oder nur an einem derselben, keineswegs selten aber auch an anderen Stellen im Verlaufe ihrer Kontinuität, also wirkliche Unterbrechungen (Tonlücken). Andererseits finden wir hochgradig Taube und Taubstumme, bei welchen nur mehr für einzelne kleine Stücke die Perceptionsfähigkeit erhalten geblieben ist. Wir können solche cirkumskripte Stellen, welche ihr Hörvermögen bewahrt haben, als „Inseln“ bezeichnen.

Eine genauere Prüfung ergiebt, dass von diesen zahlreichen in Wirklichkeit vorkommenden Defekten nur ein Theil auf pathologische Veränderungen zurückzuführen ist, welche in der Schnecke selbst ihren Sitz haben.

Auch die Mittelohraffektionen erzeugen bestimmte wohl charakterisirte Defekte und zwar im unteren Theil der Skala, allerdings nur für die Luft-, nicht für die Knochenleitung.

Wie weit auch Veränderungen im N. acusticus selbst, in dessen Kernen und vor allem in den sensorischen Rindencentren des Gehörorgans diesen Defekten zu Grunde liegen können, darüber wird erst eine grössere Zahl von Sektionen Aufschluss geben können. Die erste Voraussetzung für eine solche Feststellung an der Leiche ist aber eine vorausgegangene genaue Prüfung am Lebenden, wie sie durch eine lückenlose Tonreihe erst ermöglicht wird.

Soviel lässt sich indess schon jetzt aussprechen:

Ein Theil und zwar ein nicht kleiner Theil der partiellen Defekte, insbesondere diejenigen innerhalb des Verlaufes der Skala und an ihrem oberen Ende und ebenso die Inseln lassen sich mit grosser Wahrscheinlichkeit in das Labyrinth lokalisiren. Wir sind berechtigt, diese Schlussfolgerung bereits am Lebenden zu machen, wenn eine schwere Mittelohreiterung unter unserer Beobachtung sich durch die Innenwand der Paukenhöhle mit oder ohne Vermittlung der Fenster auf das Labyrinth ausbreitet und nun Lücken auftreten, welche vorher nicht vorhanden waren.

Das Auftreten solcher Lücken in der Kontinuität oder das Zurückbleiben nur weniger kleiner Inseln habe ich beispielsweise wiederholt Gelegenheit gehabt zu beobachten im Verlauf der schweren Mittelohreiterungen bei Scharlachkranken und ebenso bei vorgeschrittener Lungentuberkulose.

Als Beweis werden zwei Taubstumme vorgestellt.

Der Eine, ein 23jähriger Sattler hat im 6. Lebensjahr durch eine Panotitis post scarlatinam, welche beiderseits den ganzen Schallleitungsapparat zerstört und auf das Labyrinth übergegriffen hat, sein Hörvermögen verloren. Derselbe ist rechts vollständig taub für die sämmtlichen Töne der Tonreihe. Links besteht Vokalgehör; von der Tonreihe hört er links von c^3 nach aufwärts sämmtliche Töne bis Galton 2,3, das ist nahezu die normale obere Grenze. Nur die Töne von dis^4—gis^4 fallen sowohl für Pfeifchen als Gabeln (fis^4 wurde zur Prüfung verwendet) aus; der Ton c^4 wurde sowohl, wenn er mit dem Pfeifchen, als wenn er mit der c^4-Gabel erzeugt wurde, percipirt.

Die zweite Patientin, ein 15jähriges Mädchen war durch den gleichen Prozess im 4. Jahr taub geworden. Bei ihr hat sich rechts eine grössere Insel, welche sich von fis^2—c^5 erstreckt, und eine zweite kleine Insel im Galtonpfeifchen zwischen Theilstrich 9,0 und 5,4 erhalten. Links besteht noch eine Hörinsel von fis^3—c^4 und eine zweite von fis^4—a^4; die ganze übrige Tonreihe ist verloren gegangen.

V.

Einige Mittheilungen über die physiologische obere und untere Tongrenze[1].

Die Bestimmung der unteren sowohl wie der oberen Tongrenze an einer grösseren Anzahl normal hörender Individuen bietet ebenso wie jede Bestimmung der Norm, welche einer exakten Messung sich als zugänglich erweist, ein Interesse dar, welches über unsere otologischen Zwecke weit hinausreicht.

Ausser den 23 Missionszöglingen mit normalem Ohre, deren funktionelle Prüfung Siebenmann vorgenommen und in der Zeitschrift für Ohrenheilkunde[2]) veröffentlicht hat, liegen bis jetzt noch keine nach Individuenzahl angegebenen grösseren Untersuchungsreihen vor.

Die obere Grenze wurde von Siebenmann mit dem Galtonpfeifchen gemessen; sie lag für das von ihm benutzte Instrument zwischen den Theilstrichen 1,3 und 1,9. Die für die untere Grenze verwendete Stimmgabel C_1 mit 32 v. d. liegt noch so weit von der wirklichen Grenze entfernt, dass wir uns nicht wundern dürfen, wenn sie durchgängig von allen geprüften Gehörorganen percipirt wurde.

Die Bedeutung des Alters für die Ausdehnung des normalen Hörbereichs hat insbesondere Zwardemaker hervorgehoben[3]), und derselbe gibt von dem mit zunehmendem Alter sich einengenden Hörbereich auch eine graphische Darstellung in Form einer Gehörslinie. Bei einer grösseren Zahl normal hörender Individuen verschiedenen Alters, welche nicht genauer angegeben wird, hat Zwardemaker die obere Grenze

---

1) Zeitschrift f. Ohrenhlk. XXIII, 1892.

2) Band XXII.

3) Archiv für Ohrenhlk., Bd. XXXII, S. 53. „Der Verlust der hohen Töne mit zunehmendem Alter“ und Tijdschrift foor Geneeskunde 1892. Deel I, Nr. 16.

Tabelle

Hörweite für Flüstersprache

Obere Tongrenze gemessen

Theilstriche des Galtonpfeifchens	10 bis 20 Jahre			20 bis 30 Jahre			30 bis 40 Jahre		
	männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	Summa
1,5	—	1	1	—	1	1	—	—	—
1,6	1	1	2	2	2	4	3	1	4
1,7	2	3	5	7	7	14	5	4	9
1,8	—	3	3	3	2	5	4	5	9
1,9	3	3	6	1	3	4	3	3	6
2,0	2	3	5	1	—	1	3	1	4
2,1	—	2	2	1	4	5	2	4	6
2,2	—	—	—	—	—	—	5	1	6
2,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,4	1	—	1	—	—	—	—	—	—
2,5	—	—	—	—	—	—	—	1	1
2,6	—	—	—	—	—	—	1	—	1
2,7	—	—	—	1	—	1	1	—	1
2,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,6	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Zahl der untersuchten Gehörorgane	9	16	25	16	19	35	27	21	48
Durchschnittliche obere Gehörgrenze in Theilstrichen des Galtonpfeifchens	1,86			1,81			1,97		

I.

5 Meter und mehr („100“).
mit dem Galtonpfeifchen.

40 bis 50 Jahre			50 bis 60 Jahre			60 und mehr Jahre			Gesammtsumme		
männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	total
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
2	—	2	1	—	1	—	—	—	9	4	13
3	1	4	1	—	1	—	—	—	18	15	33
1	4	5	1	—	1	—	—	—	9	14	23
5	2	7	1	—	1	1	1	2	13	13	26
2	1	3	2	2	4	—	1	1	10	8	18
2	1	3	3	2	5	1	2	3	9	15	24
3	1	4	1	1	2	2	—	2	11	3	14
—	2	2	1	—	1	1	1	2	2	3	5
—	3	3	—	—	—	1	—	1	2	3	5
2	3	5	1	1	2	—	—	—	3	5	8
—	—	—	1	1	2	—	—	—	2	1	3
2	1	3	—	—	—	—	1	1	4	2	6
1	1	2	—	—	—	—	—	—	1	1	2
2	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	2
1	1	2	—	1	1	—	—	—	1	2	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	2
26	22	48	13	8	21	6	7	13	96	94	190
2,22			2,16			2,29			—		

Gesammtdurchschnitt 2,03 (männl. 2,02, weibl. 2,05).

ebenso wie Siebenmann mit dem Galtonpfeifchen bestimmt und findet sie im Kindesalter zu 1,25, mit der Zunahme des Lebensalters allmählich sich einschränkend bis zu 2,5—4,0 im Greisenalter. Er sieht darin ein Gesetz, welches bei systematischer Untersuchung sofort und klar zu Tage trete; auch pathologische Prozesse des Mittelohrs übten auf den Gang der Einengung der Tonreihe einen so unbedeutenden Einfluss aus, dass es leicht sei, in einer grösseren Versammlung „aus den Bestimmungen mit der Galtonpfeife die Anwesenden nach ihrem Alter zu ordnen". Die untere Tongrenze hat er nur bei einigen wenigen Individuen mittelst der Appunn'schen Stahllamelle bestimmt, glaubt aber, auch für diese eine mit dem höheren Alter zunehmende Einschränkung konstatiren zu können.

Nach diesen Untersuchungen erscheint es nothwendig, bevor wir an eine Verwerthung der Tonreihe am pathologischen Gehörorgan gehen, nicht nur die absolute, sondern auch die relative obere und untere Tongrenze zu bestimmen, wie sie den verschiedenen Lebensaltern zukommt.

Seit ich im Besitze der tiefen Stimmgabel von 16—30 Schwingungen bin, habe ich eine Anzahl von normalen Gehörorganen und zwar 190 auf ihre obere und 190 auf ihre untere Tonperceptionsgrenze geprüft. Da auch das höhere Alter in die Untersuchung mit einbezogen wurde, so durfte schon aus diesem Grunde die Grenze für das normale Hörvermögen im Allgemeinen, wie es sich bei der Prüfung mit der Flüstersprache ergibt, nicht zu weit gesteckt werden, und es wurde jeder Fall als normal bezeichnet, welcher ausser den übrigen Zahlen auch die Flüsterzahl „100" unter den bekannten, in den „Schuluntersuchungen des kindlichen Gehörorgans" von mit angegebenen Kautelen auf mindestens 5 Meter verstehen konnte.

Die Resultate dieser Messungen sind in den folgenden beiden Tabellen im Einzelnen aufgezeichnet und nach den verschiedenen Lebensaltern zusammengestellt.

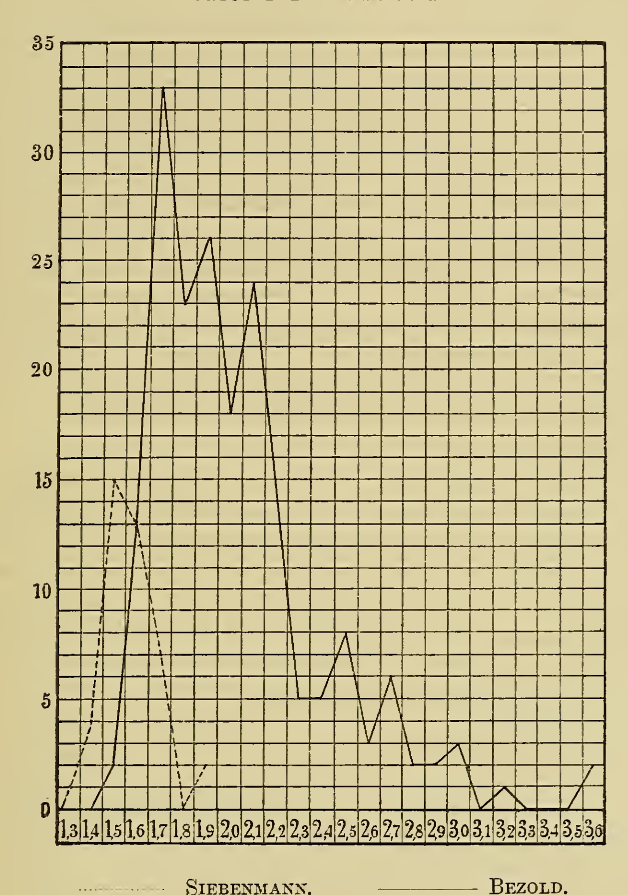
Die obere Grenze wurde auch von mir mit dem Galtonpfeifchen bestimmt.

Betrachten wir zunächst die Gesammtsummen, so findet sich als absolute obere Hörgrenze für das von mir benutzte Galtonpfeifchen der Theilstrich 1,5; nur zwei Gehörorgane haben diese obere Grenze erreicht. Die Zahl der Fälle wächst sofort auf 13 bei 1,6, erreicht ihren Höhepunkt mit 33 bei 1,7, schwankt bis zu 2,2 für die einzelnen Zehntel der Eintheilung zwischen 26 und 14 und weiter bis 3,0 zwischen 8 und 2 Fällen; stärkere Beschränkungen bis zu 3,6 kommen im Ganzen nur 3 mal mehr vor.

Wir können aus dieser Zahlenreihe eine Kurve zeichnen mit sehr

deutlichem Kulminationspunkte bei 1,7, einem raschen successiven Abfall nach der oberen und einem etwas langsameren und nicht ganz gleichmässigen Abfall nach der unteren Grenze. Auch der letztere wird sich

Tafel 1 zu Tabelle I.



Siebenmann. Bezold.

wohl um so gleichmässiger gestalten, je grösser die Zahl der Untersuchten wird.

Auf der beifolgenden Tafel I habe ich sowohl Siebenmann's als meine Untersuchungsergebnisse mit dem Galtonpfeifchen am normalen Ohre graphisch dargestellt. Auf die Abscisse sind die aufeinander folgenden Theilstriche des Pfeifchens in Zehnteln, und auf die Ordinaten

ist die Zahl derjenigen Gehörorgane eingetragen, welche bis zu der bezeichneten Höhe gehört haben.

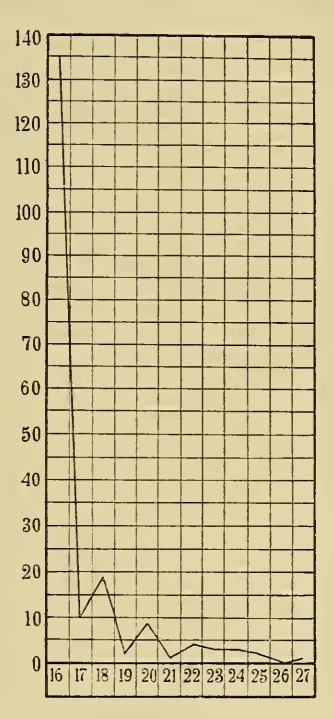
Sowohl aus der Form jeder dieser Kurven mit ihrem entschiedenen Kulminationspunkt als aus ihrer verhältnissmässig guten Uebereinstimmung untereinander (bei der Beurtheilung der Kurven müssen wir natürlich berücksichtigen, dass Siebenmann nur jugendliche Individuen untersucht hat, während meine Untersuchungen sich auf alle Alter erstreckten), sind wir berechtigt, zunächst den Schluss zu ziehen, dass die Prüfung mit dem Galtonpfeifchen eine grössere Gewähr auf Zuverlässigkeit gibt, als bisher mit Rücksicht auf das störende Blasegeräusch von Vielen und auch von mir angenommen wurde. Die Angaben der Geprüften lassen sich dadurch auf ihre Richtigkeit kontrolliren, dass wir, wenn die Grenze annähernd gefunden ist, das Pfeifchen successive tiefer einstellen; wenn der Untersuchte dementsprechend das Pfeifchen immer deutlicher zu hören angibt, so ist die Grenzbestimmung verlässig gewesen; ein zweites Kontrollmittel ist, zwischen die obersten zweifelhaften Pfeifentöne durch Hinaufschrauben des Pfeifchens, um ein grösseres Stück jedes Mal wieder reine Blasegeräusche einzuschieben. Immer ist es zweckmässig, die Bestimmung mehrmals zu wiederholen.

Der Einfluss des Alters auf die obere Tongrenze erhellt aus der unteren Zahlenreihe der obigen Tabelle I, welche die durchschnittliche Höhe des Grenztons in den verschiedenen Lebensaltern von 10—20 Jahren bis zu 60 und mehr Jahren in Theilstrichen des Galtonpfeifchens angibt. Der Verlust am oberen Theil der Skala, welcher successive mit dem zunehmenden Alter eintritt, ist darnach zwar nachweisbar, aber keineswegs ein so beträchtlicher, als es nach den Untersuchungen Zwardemakers erschien. Bis zum Greisenalter geht durchschnittlich nach den obigen Mittelzahlen nicht einmal ein halber Theilstrich (0,43) von der zwölftheiligen Skala des Galtonpfeifchens verloren. Auch fand sich die Verkürzung nicht ganz gleichmässig zunehmend. Sowohl die 20—30-Jährigen als die 50—60-Jährigen haben sich bei mir zufällig etwas hochhöriger gefunden als das ihnen vorausgehende Jahrzehnt.

Wenden wir uns nun zur Tabelle II, welche die Einzelmessungen und die Durchschnitte der unteren Tongrenze in den verschiedenen Lebensaltern enthält, so muss hier vor Allem berücksichtigt werden, dass die zur Prüfung verwendete Stimmgabel ohne alle Nebengeräusche und obertönefrei ist. Wenn wir das Auge verdecken und uns den jedesmaligen Beginn einer Hörempfindung angeben lassen, so sind bei dieser Prüfung Fehler ausgeschlossen. Dementsprechend treten die Resultate in der nach der obigen Tabelle gezeichneten Kurve II auch noch viel prägnanter hervor, als wir dies bei der oberen Tongrenze gefunden haben.

Wäre diese Kurve in den gleichen Grössenverhältnissen gezeichnet wie die Kurve I, so würde ihr Kulminationspunkt noch 5 mal so hoch liegen wie in der Figur. Der Abfall nach der einen Seite ist ein sehr rascher, um sich dann mit mässigen Schwankungen allmählich gegen die Nulllinie zu verlieren. Auch diese Schwankungen würden wahrscheinlich trotz der nur mässig grossen Zahl der Untersuchten bereits nicht mehr hervortreten, wenn nicht in der Mehrzahl der Fälle nur die in geraden Zahlen ausgedrückten und auf der Stimmgabel ausschliesslich eingezeichneten Schwingungen (16, 18, 20 etc.) gemessen worden wären, weshalb auf die ungeraden Schwingungszahlen 17, 19 und 21 in der Kurve Einschnitte treffen.

Tafel 2 zu Tabelle II.



Die unterste Zahlenreihe der Tabelle II, welche die auf die verschiedenen Lebensalter treffende durchschnittliche untere Hörgrenze in Doppelschwingungen der Appunn-schen Stimmgabel angibt, zeigt ebenso wie die obere eine mit dem zunehmenden Alter wachsende Einengung. Dieselbe ist aber weder gross noch gleichmässig anwachsend. Vom 10. bis zum 60. Jahre beträgt der Verlust am unteren Ende der Skala im Ganzen noch nicht eine halbe Schwingung (0,48), vom 60. Jahr ab 2,72 Schwingungen.

Wenn wir die vielfachen Schädlichkeiten und Erkrankungen berücksichtigen, welche über das Gehörorgan bis zur Erreichung des Greisenalters ergehen, so können dieselben wohl schon für sich allein ausreichen, um uns diese geringen Defekte am oberen sowohl wie am unteren Ende der Skala zu erklären[1]), und wir bedürfen hier

[1]) Der Einfluss der Mittelohrprozesse auch auf die obere Tongrenze ist durchaus kein so geringer, dass er für die Beurtheilung der Hördefekte im höheren Alter vernachlässigt werden kann, wie Zwardemaker dies thun zu dürfen glaubt. Während bei Residuen von Mittelohreiterungen die obere Ton-

Tabelle

Hörweite für Flüstersprache

Untere Tongrenze gemessen mit Ap-

v. d.	10 bis 20 Jahre			20 bis 30 Jahre			30 bis 40 Jahre		
	männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	Summa
16	8	13	21	15	14	29	18	17	35
17	—	—	—	—	2	2	4	—	4
18	1	—	1	1	1	2	2	2	4
19	1	—	1	—	1	1	—	—	—
20	—	1	1	—	—	—	3	1	4
21	—	—	—	—	—	—	1	—	1
22	—	—	—	—	—	—	—	1	1
23	—	—	—	—	—	—	1	—	1
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	1	—	1	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43 (F_1)	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Zahl der untersuchten Gehörorgane	11	14	25	16	18	34	30	21	51
Durchschnittliche untere Gehörgrenze in v. d.	16,72			16,26			16,92		

II.

5 Meter und mehr („100“).

punn's Stimmgabel von 16 bis 30 v. d.

40 bis 50 Jahre			50 bis 60 Jahre			60 und mehr Jahre			Gesammtsumme		
männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	total
17	16	33	10	3	13	2	2	4	70	65	135
1	3	4	—	—	—	—	—	—	5	5	10
4	—	4	—	4	4	—	3	3	8	10	18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
2	—	2	1	1	2	—	—	—	6	3	9
—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	—	2
—	1	1	—	—	—	1	1	2	1	3	4
—	2	2	—	—	—	—	—	—	1	2	3
1	—	1	1	—	1	1	—	1	3	—	3
—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
25	22	47	12	8	20	6	7	13	100	90	190
17,02			17,20			19,92			—		

Gesammtdurchschnitt 17,04 (männl. 17,16, weibl. 16,90).

nicht nothwendig der Annahme einer Altersinvolution. Jedenfalls lassen sie sich nicht entfernt vergleichen mit der Abnahme der Sehschärfe im Alter, welche nach den Untersuchungen de Haan's[2]) vom 10. bis zum 80. Lebensjahre nahezu um die Hälfte sinkt.

Eine gesetzmässige Einengung unserer Hörskala, welche durch das Alter allein bedingt wäre, tritt also, wenn sie nicht überhaupt auf andere Einflüsse zurückzuführen ist, sowohl an ihrem oberen als an ihrem unteren Ende nur in sehr geringem Maasse hervor.

Ganz anders verhält sich die Hörschärfe für unseren Gesammthörbereich, über welchen wir den raschesten Ueberblick durch die Prüfung mit der Sprache gewinnen. Dass die Perceptionsfähigkeit für diese letztere eine ähnlich bedeutende Abnahme im Alter erfährt, wie sie de Haan für die Sehschärfe gefunden hat, dies wird aus einer weiteren Untersuchungsreihe hervorgehen, deren Bearbeitung mich gegenwärtig beschäftigt[2]).

Als durchschnittliche obere Hörgrenze für das Galtonpfeifchen hat die Untersuchung der 190 Gehörorgane aller Alter 2,03 (für Männer 2,02, für Frauen 2,05) in der Skala des Pfeifchens ergeben. Die durchschnittliche untere Hörgrenze betrug 17,04 v. d. (für Männer 17,16, für Frauen 16,90). Dabei ist abgesehen von einem offenbar pathologischen Fall, dessen untere Grenze bei 43 v. d. lag. Somit wären die Männer etwas feinhöriger für den obersten, die Frauen dagegen etwas feinhöriger für den untersten Theil der Skala, als das andere Geschlecht; doch ist es sehr wohl möglich, dass diese unbedeutenden Differenzen bei grösseren Zahlenreihen verschwinden werden.

Eine Thatsache von grösserer Wichtigkeit geht bereits aus der kleinen hier mitgetheilten Untersuchungsreihe noch hervor. Wenn wir die für die obere Tongrenze gefundenen Kurven, sowohl diejenige von Siebenmann wie die meinige, vergleichen mit der Kurve der unteren Tongrenze, so zeigen uns die beiden ersteren, dass unser Hörbereich — wenigstens für die mit dem Galtonpfeifchen zu erzeugende Toninten-

---

grenze allerdings in der Regel vollkommen erhalten bleibt, finden wir bei einem nicht geringen Bruchtheil der sogenannten Sklerosirungsprozesse oft sehr beträchtliche Defekte auch an dieser Stelle der Skala, wie dies bereits Burkhardt-Merian und Rohrer konstatirt haben. Die untere Tongrenze (für die Luftleitung) ist bei allen Mittelohraffektionen, bei den chronischen mit höhergradiger Schwerhörigkeit sogar um eine Reihe von Oktaven, verkürzt.

[1]) Donders, die Anomalieen der Refraktion und Akkommodation des Auges 1866, S. 160.

[2]) cf. Abhandlung VI.

sität — noch vollkommen innerhalb der Grenzen dieses Pfeifchens fällt, die mit der Appunn'schen tiefen Stimmgabel gewonnene Kurve für die untere Hörgrenze aber zeigt uns auf den ersten Blick, dass wir mit den 16 Schwingungen dieser Gabel die untere Tongrenze für das normale menschliche Ohr noch nicht erreicht haben, denn hier schneidet die Kurve plötzlich mit ihrem hochstehenden Kulminationspunkt ab, während wir doch das gleiche Auslaufen der Kurve nach beiden Richtungen hin bis zur Nulllinie auch für die untere Grenze mit Sicherheit erwarten dürfen, wis es die beiden anderen Kurven für die obere Grenze ergeben haben.

VI.

Untersuchungen über das durchschnittliche Hörvermögen im Alter[1].

Mit drei Kurventafeln im Texte.

Die Untersuchungen, über welche ich hier Mittheilung machen will, wurden bereits vor 7 Jahren zu gleicher Zeit mit meinen Schuluntersuchungen begonnen.

In derselben Weise wie in den Schulen wurden die Gehörorgane der Insassen in dem Pfründnerhaus der Vorstadt Haidhausen durchgeprüft, dessen Pforten mir der dirigirende Arzt Herr Dr. A. Schöner in zuvorkommender Weise öffnete. Die Zahl derjenigen, welche das 50. Lebensjahr überschritten hatten, und deren sonstiger Zustand eine Prüfung zuliess, war zu gering für eine statistische Zusammenstellung. Später hat unser Krankenhausdirektor Herr Geheimrath v. Ziemssen mir Gelegenheit gegeben, die wegen anderweitiger Affektionen im Krankenhaus zugehenden Alten zu diesen Prüfungen heranzuziehen.

So konnte ich die Zahl der untersuchten Individuen wenigstens auf 100 ergänzen. Diese Zahl ist freilich noch immer eine zu geringe, um in jeder Beziehung zuverlässige statistische Schlüsse aus ihr zu ziehen. Wer aber aus eigener Erfahrung den Widerwillen kennt, welchen die Mehrzahl der betagten Pfründner und kranken Alten jeder Beunruhigung entgegensetzt, von der sie nicht einen direkten Nutzen für sich sehen, der wird mein Innehalten bei dieser Zahl wohl begreiflich finden, so interessant und physiologisch werthvoll auch eine Uebersicht über ein gleich grosses Prüfungsmaterial gewesen wäre, wie ich es meinen Schuluntersuchungen für die Jugend habe zu Grund legen können.

---

1) Zeitschrift f. Ohrenhlk., XXIV, 1893.

Ausser der verhältnissmässig kleinen Zahl von 200 Gehörorganen ist für die Beurtheilung der im Folgenden dargelegten Untersuchungsergebnisse noch weiter zu berücksichtigen, dass dieselben nicht unbedingt auf die Gesammtheit der jenseits des 50. Jahres Stehenden übertragen werden dürfen. Denn zur Untersuchung sind ausschliesslich die niederen Stände gekommen, welche auch bezüglich ihres Gehörorgans im Verlaufe ihres Lebens einer viel grösseren Summe von momentanen sowohl wie dauernden Schädigungen ausgesetzt sind, als die besser situirten.

Aus dem gleichen Grunde wie die Ausdehnung der Untersuchung auf eine grössere Individuenzahl musste auch die Prüfung selbst sich auf die einfachsten, am Leichtesten ausführ- und kontrolirbaren und am Wenigsten belästigenden Methoden beschränken.

Bei sämmtlichen Individuen wurde jedes einzelne Gehörorgan isolirt auf seine Hörweite für Flüster- resp. Konversationssprache untersucht und zwar unter den gleichen Cautelen, wie sie bei meinen Schuluntersuchungen angewendet und in der betreffenden Arbeit [1]) dargelegt worden sind. Die zu Gebote stehenden Räumlichkeiten, die Krankensäle des Pfründner- und Krankenhauses, ermöglichten es, die grosse Mehrzahl in einer Entfernung von mindestens 10 m zu prüfen, eine Distanz, welche für das, wie die unten mitgetheilten Hörprüfungen zeigen, durchschnittlich bereits stark reduzirte Hörvermögen in den zur Untersuchung gekommenen Lebensaltern fast durchgängig mehr als genügend gross ist.

Ebenso wie in den Schulen wurde ferner in allen Fällen das Trommelfell inspizirt und seine Veränderungen in Farbe und Wölbung sowie etwa vorhandene Defekte in demselben notirt. Wo Cerumen die Untersuchung behinderte oder den Gehörgang obturirte, wurde dasselbe meistentheils entfernt.

Auf eine Untersuchung der Nase und des Nasenrachenraumes musste verzichtet werden.

Von Stimmgabelprüfungen konnte wenigstens bei der Mehrzahl der Untersuchten, nämlich bei 134 und 130 Gehörorganen, der Schwabach'sche Versuch und der Rinne'sche Versuch mit Stimmgabel a^1, theilweise auch mit Stimmgabel A, ausgeführt werden. Die Dauer der Knochen- und Luftleitung dieser beiden zur Verwendung gekommenen unbelasteten Stimmgabeln, sowie ihr Verhalten beim Rinne'schen Versuch sind in meinen „statistischen Ergebnissen über die diagnostische Verwerthbarkeit des Rinne'schen Versuches etc.“ [2]) des Genaueren mitgetheilt, auf

1) Wiesbaden, 1885.
2) Abhandl. III.

Tabelle I.

Hörweite der einzelnen Gehörorgane für Flüster- resp. Konversationssprache von 100 über 50 Jahre alten Männern und Frauen.

Lebensalter	Geschlecht	16—8 m	8—4 m	4—2 m	2—1 m	100—50 cm	50—25 cm	25—12 cm	12—6 cm	6 cm bis Flüstersprache unsicher $\left(\frac{1}{\infty}\right)$	Flüstersprache unsicher $\left(\frac{1}{\infty}\right)$	Konversationssprache unsicher bis 0	Summe
50—60	m.	6	6	11	4	10	6	9	2	—	2	2	58 } 110
	w.	11	19	6	3	4	2	1	1	1	2	2	52
60—70	m.	2	1	2	3	3	10	1	7	1	4	—	34 } 60
	w.	2	2	5	7	5	—	1	—	—	1	3	26
70—80	m.	—	2	1	3	3	—	—	1	3	3	—	16 } 26
	w.	—	—	—	1	4	1	—	—	—	4	—	10
80—90	m.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0 } 4
	w.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4
Summe der männl. Gehörorgane		8	9	14	10	16	16	10	10	4	9	2	108
Summe der weibl. Gehörorgane .		13	21	11	11	13	3	2	1	1	11	5	92
Gesammtsumme		21	30	25	21	29	19	12	11	5	20	7	200
Summe der männl. Gehörorgane in Prozenten		7,4	8,3	13,0	9,3	14,8	14,8	9,3	9,3	3,7	8,3	1,9	100
Summe der weibl. Gehörorgane in Prozenten		14,1	22,8	12,0	12,0	14,1	3,3	2,2	1,1	1,1	12,0	5,4	100
Gesammtsumme in Prozenten .		10,5	15,0	12,5	10,5	14,5	9,5	6,0	5,5	2,5	10,0	3,5	100

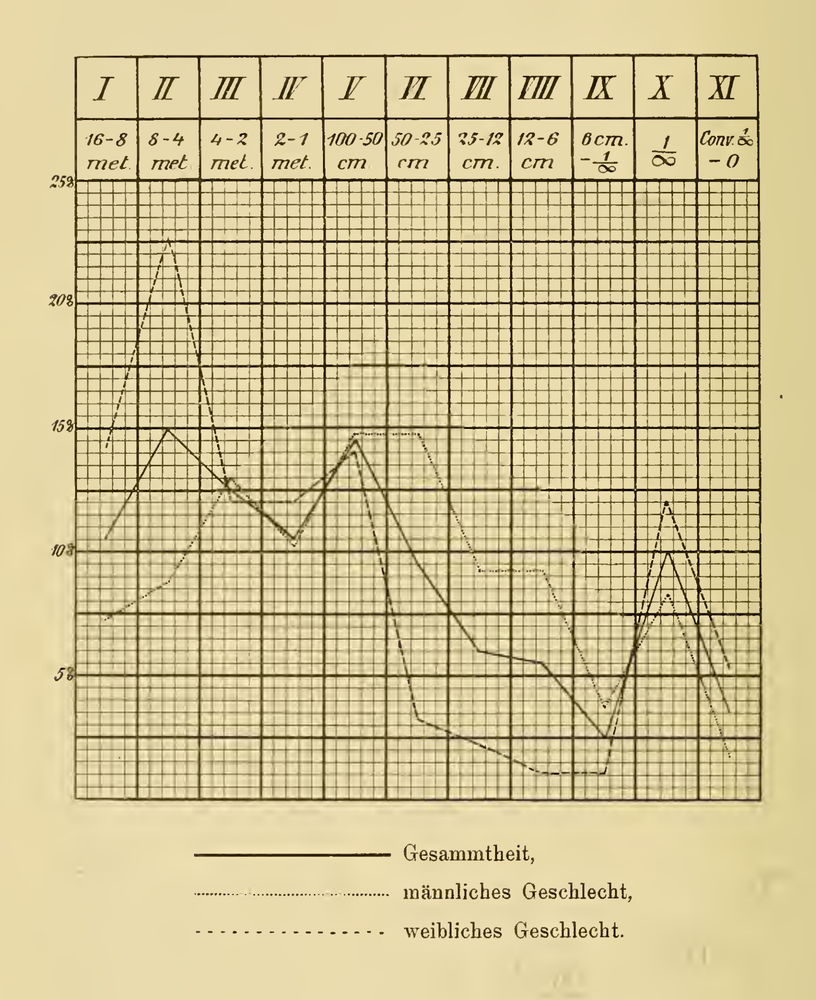
Tabelle II.

Hörweite der einzelnen Gehörorgane für Flüstersprache von 1918 Schulkindern zwischen 7 und 18 Jahren.

	20 und mehr m	16—8 m	8—4 m	4—2 m	2—1 m	100—50 cm	50—25 cm	25—12 cm	12—6 cm	6—3 cm	3 cm — $\frac{1}{\infty}$	$\frac{1}{\infty}$ — 0	Summe
Gehörorgane der Knaben .	933	576	213	56	35	20	17	4	5	5	2	2	1868
Gehörorgane der Mädchen	851	680	271	91	28	18	10	6	5	5	—	3	1968
Summe	1784	1256	484	147	63	38	27	10	10	10	2	5	3836
Gehörorgane der Knaben in Prozenten	49,9	30,8	11,4	3,0	1,9	1,1	0,9	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	100
Gehörorgane der Mädchen in Prozenten	43,2	34,6	13,8	4,6	1,4	0,9	0,5	0,3	0,3	0,3	0,0	0,2	100
Summe in Prozenten . .	46,5	32,7	12,6	3,8	1,6	1,0	0,7	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	100

welche ich in dieser Beziehung verweise. Eine Bestimmung der unteren und oberen Tongrenze oder von allenfalls vorhandenen Tonlücken mittelst der kontinuirlichen Tonreihe [1]) dagegen war bei dem Alter und der meist geringen Intelligenz der untersuchten Individuen ausgeschlossen, was

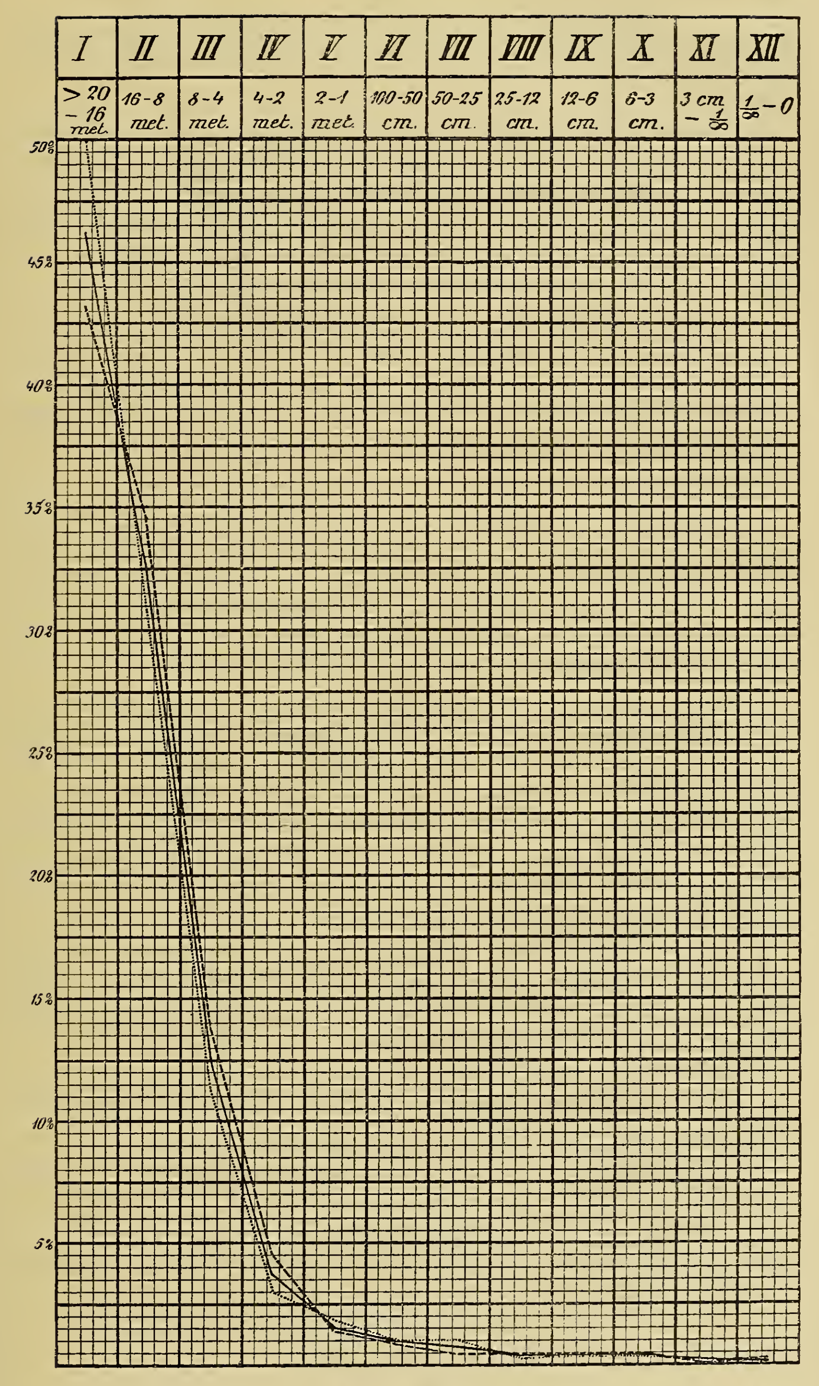
Tafel 1 zu Tabelle I.



Gesammtheit,
männliches Geschlecht,
weibliches Geschlecht.

---

1) Eine kontinuirliche Tonreihe als Hörprüfungsmittel, Abhandl. IV.



——— Gesammtheit, ······ männl. Geschlecht, - - - - - - weibl. Geschlecht.

Diejenigen leicht begreiflich finden werden, welche über die Schwierigkeit dieser Bestimmungen durch eigene Untersuchungen sich ein Urtheil gebildet haben.

Bezüglich der Beschränkung, welche die Tonskala an ihrem unteren und oberen Ende im höheren Alter erfährt, habe ich übrigens eine grössere Untersuchungsreihe an Privatkranken ausgeführt, welche den besseren Ständen angehörten und deshalb der Frage, inwieweit wenigstens das eine ihrer Gehörorgane noch der Norm entsprechende Verhältnisse darbiete, ein grösseres Interesse entgegenbrachten [1]).

Das Hörvermögen für den Gesammt-Tonbereich, über welches wir die rascheste und vollständigste Uebersicht durch die Prüfung mit der Flüstersprache und, wo diese nicht mehr verstanden wird, mit der Konversationssprache gewinnen, fand sich bei den geprüften Alters- und Standesklassen bereits vom 50. Jahr ab durchschnittlich in hohem Maasse beeinträchtigt.

Die nachstehende Tabelle I giebt einen Ueberblick über das Hörvermögen der untersuchten 200 Gehörorgane, wie sich dasselbe jenseits des 50. Lebensjahres in den verschiedenen Jahrzehnten und bei den beiden Geschlechtern in absoluten Zahlen herausgestellt hat. Für die beiden Geschlechter und die Gesammtheit sind in den letzten drei Reihen auch die sich ergebenden Prozentzahlen zusammengestellt.

Die volle Bedeutung dieser Zahlen erhellt erst aus einer Vergleichung der mitgetheilten Hörresultate mit denjenigen, welche für das jugendliche Alter vom 7. bis zum 18. Lebensjahre bei den Schuluntersuchungen an 3836 Gehörorganen von mir übereinstimmend mit den Ergebnissen anderer otologisch gebildeter Untersucher gefunden worden sind. In Tabelle II sind diese Resultate in der gleichen Weise wie in Tabelle I auf das männliche und weibliche Geschlecht vertheilt wiedergegeben und der Tabelle I gegenübergestellt.

Die gewaltige Differenz zwischen dem Hörvermögen jugendlicher und demjenigen gealterter Gehörorgane ist mit einem Blick zu überschauen, sobald wir die Zahlenverhältnisse in den obigen beiden Tabellen graphisch darstellen, wie dies auf Tafel 1 zu Tabelle I und Tafel 2 zu Tabelle II gehörig geschehen ist.

Für die einzelnen Jahrzehnte vertheilt sich das durchschnittliche Hörvermögen folgendermassen:

Unter 110 Gehörorganen 50—60jähriger Individuen percipirten Flüstersprache

1) Abhandl. V.

auf	16—8 m	. . . . .	17	oder	15,5 %,
„	8—4 „	. . . . .	25	„	22,7 „
„	4—2 „	. . . . .	17	„	15,5 „
„	2—1 „	. . . . .	7	„	6,4 „
„	100—50 cm	. . . . .	14	„	12,7 „
„	50—25 „	. . . . .	8	„	7,3 „
„	25—12 „	. . . . .	10	„	9,1 „
„	12—6 „	. . . . .	3	„	2,7 „
„	$6-\frac{1}{\infty}$	. . . . .	1	„	0,9 „
Flüsterspr. unsicher $\left(\frac{1}{\infty}\right)$		. .	4	„	3,6 „
Konversationsspr. unsicher —0			4	„	3,6 „

Unter 60 Gehörorganen 60—70jähriger fand sich die folgende Vertheilung:

auf	16—8 m	. . . . .	4	oder	6,7 %,
„	8—4 „	. . . . .	3	„	5,0 „
„	4—2 „	. . . . .	7	„	11,7 „
„	2—1 „	. . . . .	10	„	16,7 „
„	100—50 cm	. . . . .	8	„	13,3 „
„	50—25 „	. . . . .	10	„	16,7 „
„	25—12 „	. . . . .	2	„	3,3 „
„	12—6 „	. . . . .	7	„	11,7 „
„	$6-\frac{1}{\infty}$	. . . . .	1	„	1,7 „
Flüsterspr. unsicher $\left(\frac{1}{\infty}\right)$		. .	5	„	8,3 „
Konversationsspr. unsicher —0			3	„	5,0 „

und endlich unter 30 Gehörorganen 70 und mehrjähriger:

auf	16—8 m	. . . . .	0	oder	0 %,
„	8—4 „	. . . . .	2	„	6,7 „
„	4—2 „	. . . . .	1	„	3,3 „
„	2—1 „	. . . . .	4	„	13,3 „
„	100—50 cm	. . . . .	7	„	23,3 „
„	50—25 „	. . . . .	1	„	3,3 „
„	25—12 „	. . . . .	0	„	0 „
„	12—6 „	. . . . .	1	„	3,3 „
„	$6-\frac{1}{\infty}$	. . . . .	3	„	10,0 „
Flüsterspr. unsicher $\left(\frac{1}{\infty}\right)$		. .	11	„	36,7 „
Konversationsspr. unsicher —0			0	„	0 „

Auf Tafel 3 sind die Hörweiten dieser drei verschiedenen Lebensalter, jedes für sich gesondert, in Prozenten der auf jede einzelne Alters-

gruppe treffenden Gehörorgane graphisch dargestellt und zur Vergleichung aufeinandergelegt. Es konnte erwartet werden, dass hier der reine Einfluss des Alters auf die Abnahme der Hörweite am Deutlichsten zu Tage treten werde. Dies ist auch in Wirklichkeit der Fall. Obgleich die drei Kurven, insbesondere die für die zweite und dritte Altersgruppe, ein ziemlich zerfahrenes Aussehen zeigen, welches sicher viel weniger zackig ausgefallen wäre, wenn eine genügend grosse Zahl von Individuen, ähnlich wie bei den Schulen, hätte herangezogen werden können, so treten doch bei allen drei Altersklassen in deren Kurven Kulminationspunkte mit solcher Entschiedenheit hervor, dass wir über die Vertheilung der Schwerhörigkeit in den einzelnen Altersstufen nicht im Zweifel sein können.

Das Charakteristische für diese Vertheilung liegt darin, dass für jedes Alter sich eine andere Hörweite findet, unter welche die grösste Zahl der Untersuchten und dementsprechend die Kulminationspunkte fallen.

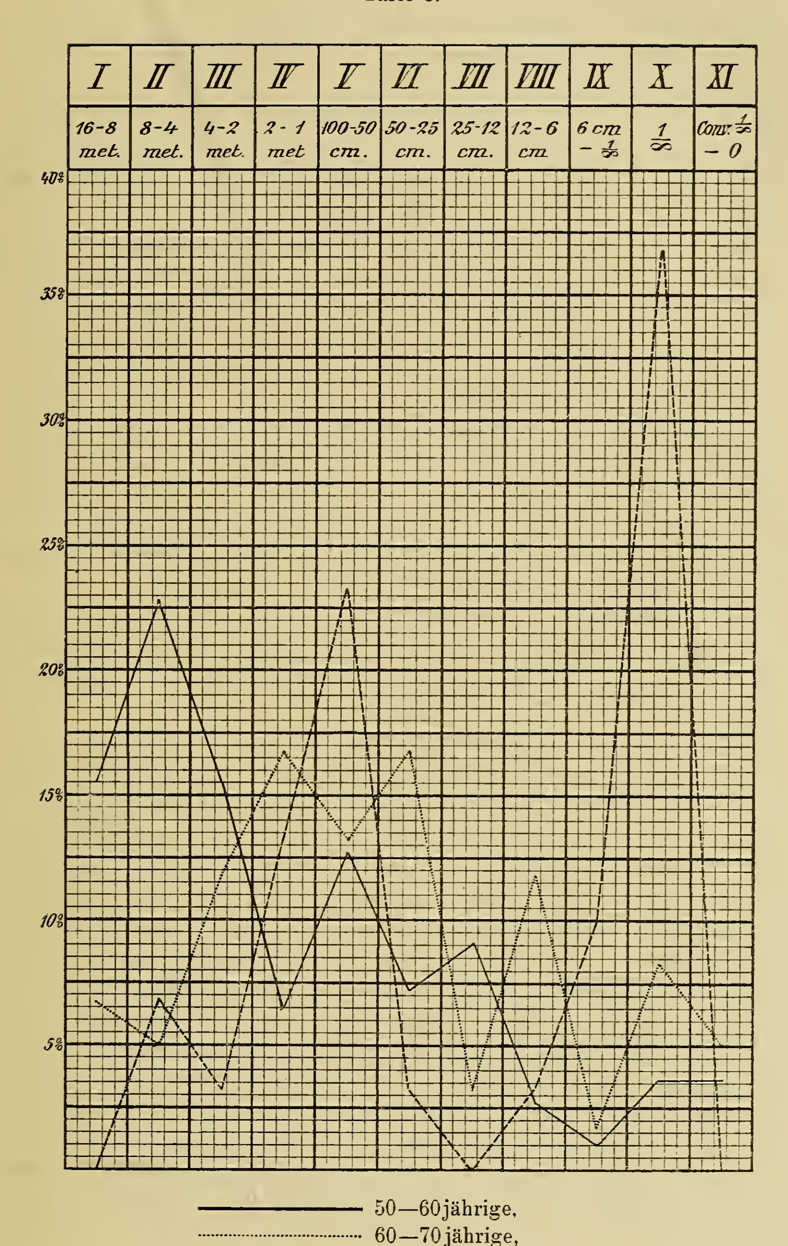
Während unter den 3836 Gehörorganen der Schulkinder 46,5 % Flüstersprache auf über 16 m Entfernung verstanden, und von dieser Höhe der Kurve an ihrem Beginn ein Anfangs sehr rasches, dann successive langsameres, auffällig gleichmässiges Absinken bis zu den die Flüstersprache unsicher percipirenden Gehörorganen stattfindet, beginnt die Kurve der 50—60jährigen mit einer Prozentzahl von 15,5, welche noch Flüstersprache auf 16—8 m Entfernung percipiren. Die relativ grösste Zahl der in diesem Alter Stehenden (22,7 %) hatten eine Hörweite von 8—4 m für Flüstersprache. Von da läuft die Kurve, wenn auch in Sprüngen, abwärts, ohne mehr einen zweiten beträchtlicheren Höhepunkt zu erreichen.

Unter den 60—70jährigen finden sich nur mehr 6,7 % auf 16 bis 8 m und nur 5 % auf 8—4 m percipirende Gehörorgane. Die stärkste Hebung der Kurve tritt bei dieser Altersklasse in der Hörstrecke von 2 m bis $^1/_4$ m (durchschnittlich für die neben einander liegenden drei Ordinaten 15,8 %) hervor. Von da findet ebenfalls ein sprungweises Absinken statt.

Unter den 70- und mehrjährigen endlich befindet sich gar kein Gehörorgan mit 16—8 m Hörweite mehr. In der ihnen zugehörigen Kurve treten zwei von einander etwas weiter entfernt liegende Höhepunkte hervor, der eine mit 23,3 % zwischen 1 und $^1/_2$ m für Flüsterspr., der andere bei $\frac{1}{\infty}$, mit welchem Ausdruck ebenso wie bei den Schuluntersuchungen unsichere Perception für Flüsterspr., d. h. Perception nur mehr eines Theiles der Flüsterzahlen bezeichnet ist.

Es tritt also vom 50. Lebensjahre ab, mit welchem die Mess-

Tafel 3.


I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
16-8 met.
8-4 met.
4-2 met.
2-1 met
100-50 cm.
50-25 cm.
25-12 cm.
12-6 cm
6 cm – 1/∞
1/∞
Conv. 1/∞ – 0
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
50—60jährige,
60—70jährige,
70- und mehrjährige.

ungen begonnen wurden, in den aufeinander folgenden Jahrzehnten nicht nur eine successive Abnahme in der Zahl der noch annähernd normal Hörenden, sondern auch eine successiv wachsende Steigerung im Grade der Hörbeschränkung auf, welche das Ohr mit dem zunehmenden Alter erfährt; letztere kommt in der Tafel 3 leicht übersichtlich zu Tage durch das fortschreitende Wandern der Höhepunkte in den drei aufeinander gezeichneten Kurven von 8—4 m bis zu $\frac{1}{\infty}$.

Kehren wir nun, nachdem wir an Tafel 3 den Einfluss des zunehmenden Alters auf das Wachsen der Schwerhörigkeit unzweifelhaft nachweisen konnten, wieder zu Tafel 1 zurück, welche die Hörverhältnisse in der Gesammtheit der 50- und Mehrjährigen und ihre Vertheilung auf die beiden Geschlechter darstellt, so sehen wir auch für die Gesammtheit (ausgezogene Linie) den Höhepunkt von der Grenze des normalen Hörens nach rechts zur Ordinate 8—4 m abgerückt; von hier sinkt die Kurve sowohl nach links als nach rechts ab. In dem absinkenden Theil nach rechts finden wir noch zwei starke Hebungen; die erste derselben bei 100—50 cm liegende erreicht nahezu ganz den Kulminationspunkt wieder, die zweite bei $\frac{1}{\infty}$ liegende nähert sich ihm wenigstens bis zu zwei Drittel seiner Höhe.

Es ist vor Allem unsere Aufgabe, nach einer Erklärung für diese beiden starken Abweichungen von dem gleichmässig absteigenden Verlauf der Kurve zu suchen, wie er sich in Tafel 2 für die Jugend ergeben hat.

Eine einfache Erwägung zeigt, dass für die zweite Hebung bei $\frac{1}{\infty}$ die Art der gewählten Eintheilung in Hörquoten verantwortlich gemacht werden muss. Während von Ordinate I mit 16—8 m bis zu Ordinate IX mit 6 cm —$\frac{1}{\infty}$ gleich grosse Werthe nebeneinander gestellt sind, indem die nächstfolgende Hörquote immer der Hälfte der vorausgehenden entspricht, ändert sich dieses Verhältniss bei der Ordinate X mit $\frac{1}{\infty}$; diese Hörquote umfasst alle diejenigen Schwerhörigen, welche Flüsterzahlen in nächster Nähe des Ohres nicht mehr sicher verstanden, mochte nun nur e i n Zahlwort von allen geprüften ausfallen oder nur e i n e s von allen verstanden werden. Das ist ein weiter Spielraum, wie leicht nachweisbar ist, wenn anstatt mit Flüster- mit Konversationssprache geprüft wird. Ein Theil der in diese Rubrik fallenden Schwerhörigen kann die letztere noch auf 2 m Entfernung und weiter percipiren, während ein anderer sie nur mehr auf 6 cm —$\frac{1}{\infty}$ versteht; denn in der darauf folgenden letzten Ordinate wurden nur diejenigen eingetragen, welche Konversationssprache unsicher bis gar nicht mehr verstanden. Die auf Ordinate X mit $\frac{1}{\infty}$ eingetragenen Schwerhörigen wären also

eigentlich entsprechend den Uebrigen, mit Flüsterzahlen Geprüften, über sechs auf einander folgende Ordinaten zu vertheilen gewesen; damit würde sich die Hebung an dieser Stelle der Kurve ausgeglichen haben. Dass ihr Zustandekommen hier richtig gedeutet ist, geht auch daraus hervor, dass sie, wenn auch in sehr verschiedenem Grade, bei allen drei Altersperioden und ebenso bei jedem der beiden Geschlechter in den bezüglichen Kurven ausnahmslos zum Vorschein gekommen ist. Bei den kindlichen Gehörorganen kam diese Rubrik nur wenig in Betracht, weil die Zahl der hochgradig Schwerhörigen hier noch sehr gering ist, und zudem die einschlägigen doppelseitigen Fälle sich meist überhaupt nicht in den Schulen finden, sondern in Taubstummenanstalten etc. untergebracht sind. Unter den zur Untersuchung gekommenen 100 alten Individuen befand sich ein von Jugend auf Taubstummer.

Um zu einem Verständniss der Ursachen für die zweite Hebung zu gelangen, welche die Gesammtheit der 50- und Mehrjährigen bei 100—50 cm zeigt, müssen wir die Geschlechter gesondert von einander betrachten.

Bei der Zeichnung der Kurven, welche ich seinerzeit in meinen Schuluntersuchungen für die Jugend gegeben habe, wurden die Geschlechter nicht getrennt dargestellt. Ich habe dies hier auf Tafel 2 nachgeholt. Die drei nebeneinander laufenden Kurven stellen die verschiedenen Hörweiten der Knaben, der Mädchen und der Gesammtheit in Prozenten ihrer Gesammtsummen dar, so dass diese Kurven direkt vergleichbar sind mit denjenigen, welche für die Gesammtheit, das männliche und weibliche Geschlecht der Alten auf Tafel 1 gezeichnet wurden.

Während nun bei den Schulkindern männliches, weibliches Geschlecht und Gesammtheit in ihren Kurven fast vollkommen zusammenfallen, und die sämmtlichen drei Kurven hier einen merkwürdig gleichmässigen Verlauf zeigen, treten bei den Alten zwischen beiden Geschlechtern auffallende Differenzen hervor: Die Kurve für die Weiber zeigt ihren Kulminationspunkt bei 8—4 m, von da sinkt die Kurve nach rechts im Ganzen ab und zeigt auf ihrem Wege zwei Hebungen an den beiden bezeichneten Stellen, eine bei 100—50 cm, die andere bei $\frac{1}{\infty}$. Die männliche Kurve dagegen erreicht ihren Höhepunkt überhaupt erst bei 100—50 cm, bleibt auf dieser Höhe bis 25 cm und sinkt dann viel langsamer und überhaupt nicht so beträchtlich herab, um bei $\frac{1}{\infty}$ noch einmal einen geringeren Höhepunkt zu erreichen; mit Worten ausgedrückt: die Zahl der Flüsterspr. noch auf 1 m —$\frac{1}{\infty}$ percipirenden Männer ist eine verhältnissmässig viel beträchtlichere als die der Frauen.

Für die Herabsetzung des Hörvermögens bei den Männern gerade

auf dieses Niveau muss umsomehr nach einem speziellen diese zum Mindesten vorwiegend treffenden Grunde gesucht werden, als sich an der dritten Hebung bei $\frac{1}{\infty}$, welche also den hochgradig Schwerhörigen entspricht, im Gegentheil wieder mehr Frauen finden als Männer.

Es liegt nahe, für die Erklärung dieser häufigeren Schwerhörigkeit mittleren Grades bei Männern an die vielfachen Schädlichkeiten des Berufes, lärmende Beschäftigungen, Detonationen, Traumen, Alkoholismus, Nikotinverbrauch etc. zu denken, welchen zwar das weibliche Geschlecht, wie ja die Hebung an der gleichen Stelle (bei 100—50 cm) zeigt, nicht ganz entzogen bleibt, aber doch in einem viel geringeren Grade im Laufe ihres Lebens ausgesetzt ist als das männliche Geschlecht.

Umgekehrt können wir aus der in Rede stehenden Gestaltung der männlichen Kurve den Schluss ziehen, dass es hauptsächlich die mittleren Grade von Schwerhörigkeit sind, welche durch die oben angeführten Schädlichkeiten erzeugt werden.

Die erste Hebung in der Gesammtkurve bei 8—4 m entspricht den relativ für ihr Alter normal Hörenden; dieselbe kommt, wie die Abscheidung in die beiden Geschlechter zeigt, ausschliesslich auf Rechnung des weiblichen Geschlechts, und die Anzahl der Männer, um welche sie hier zurückstehen, müssen wir uns eben auf die Ordinaten V bis IX vertheilt denken, welche die 1 m — $\frac{1}{\infty}$ Hörenden enthalten.

Als interessant ist hier noch das Ergebniss der Kurven auf Tafel 2 für die beiden Geschlechter hervorzuheben, dass in der Jugend die männlichen Gehörorgane, wie dies aus der grösseren Hebung am Anfang ihrer Kurve hervorgeht, um etwas günstiger gestellt sind als die weiblichen. Bei der grossen Zahl der untersuchten Kinder und dem sonstigen nahe zusammen treffenden Verlauf der Kurven ist diese zwischen den beiden Geschlechtern hervortretende Differenz kaum als eine Zufälligkeit zu betrachten. Auch im Alter zeigt sich, wie aus der Tafel 1 hervorgeht, das weibliche Geschlecht weniger widerstandsfähig, wenigstens denjenigen krankmachenden Einflüssen gegenüber, welche eine hochgradige Schwerhörigkeit bedingen; dies ergiebt sich aus dem verschiedenen Verhalten der Frauen und Männer an der dritten Hebung bei $\frac{1}{\infty}$.

Kommen wir nun zur Besprechung der bei den Alten gefundenen objektiven und funktionellen Erscheinungen am Gehörorgan, so erscheint es am Zweckmässigsten, die verschiedenen Hörvermögen in drei Abtheilungen zu rubriziren, entsprechend den drei Hebungen, welche wir in der Gesammtkurve Tafel 1 gefunden haben.

Die erste Gruppe schliesst die 16—1 m Hörenden,

die zweite die 1 m —$\frac{1}{\infty}$ „

die dritte die $\frac{1}{\infty}$ —0 „ ein.

An Gehörorganen umfasst

die erste Gruppe	97	oder	48,5 % ,
die zweite „	76	„	38,0 „
die dritte „	27	„	13,5 „

Bei dieser Eintheilung dürfen wir uns natürlich nicht wundern, wenn eine Menge von Veränderungen am Trommelfell bereits in die erste Gruppe fällt; es ist ja bekannt genug, wie hochgradige Abweichungen am Trommelfell vorhanden sein können, ohne dass daraus eine stärkere Schwerhörigkeit resultiren muss. Diese Anomalieen treten hier noch umsomehr in den Hintergrund, als die wesentlichsten der Schwerhörigkeit im Alter zu Grunde liegenden Störungen jenseits des Mittelohres zu suchen sind, wie die funktionelle Prüfung ergibt.

Auf Tabelle III sind für jede dieser drei Hörgruppen die an den einzelnen Gehörorganen aufgenommenen Untersuchungsergebnisse, gesondert nach Geschlechtern und Jahrzehnten, zusammengestellt. Am Schluss der Tabelle findet sich die Vertheilung des Hörvermögens bei den Kretins, Blödsinnigen, Epileptischen, Psychosen und Apoplexieen, welche sich unter den zur Untersuchung Gekommenen gefunden hatten. Nur die Apoplektiker ergaben eine auffallend hohe Zahl Schwerhöriger, indem von den 12 Gehörorganen Apoplektischer ein einziges Flüsterspr. über 1 m, dagegen 9 Flüsterspr. nur zwischen 1 m und $\frac{1}{\infty}$ und zwei zwischen $\frac{1}{\infty}$ und 0 hörten. Die übrigen hier aufgezählten Geistes- und Gehirnkranken boten sogar günstigere Hörverhältnisse als die Gesammtheit, nämlich

14 zwischen 16 und 1 m,

5 „ 1 m und $\frac{1}{\infty}$ und

3 „ $\frac{1}{\infty}$ und 0 percipirende Gehörorgane.

Auf Tabelle IV sind die objektiven und funktionellen Ergebnisse übersichtlicher zusammengestellt, indem sie nur nach den drei Hörquoten eingetheilt wurden. Die wirkliche Häufigkeit der hier registrirten Einzelbefunde einerseits bei den drei unterschiedenen Graden von Hörvermögen, andererseits bei der Gesammtheit ergibt sich aus der Zusammenstellung in Prozenten jeder Hörkolumne und schliesslich in Prozenten der Totalsumme, welche die rechte Hälfte der Tabelle bietet.

Die hier zusammengestellten Prozentzahlen gewinnen an Interesse, wenn wir sie in Vergleichung bringen mit den auf ganz dem gleichen

Tabelle III.

		50—60 Jahre						60—70 Jahre						70 und mehr Jahre						Summe		
		16—1 m		1 m — $\frac{1}{\infty}$		$\frac{1}{\infty}$ — 0		16—1 m		1 m — $\frac{1}{\infty}$		$\frac{1}{\infty}$ — 0		16—1 m		1 m — $\frac{1}{\infty}$		$\frac{1}{\infty}$ — 0				
		m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	total
Gehörgang	Exostose	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2
	Cerumen Untersuchung behindernd	1	3	2	—	—	—	2	1	4	3	—	—	1	—	1	—	—	1	11	8	19
	Cerumen anscheinend obturirend	3	3	2	2	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	2	5	10	15
Reflexe auf dem Trommelfell	normaler Reflex an normaler Stelle	22	37	20	7	1	2	3	12	17	7	3	4	4	1	5	5	2	2	77	77	154
	normaler Reflex fehlend	2	1	2	1	1	—	—	1	2	—	1	—	1	—	2	—	—	1	10	5	15
	normaler Reflex stark vom Umbo gegen die Peripherie gerückt	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
	fleckförmiger Reflex über dem kurzen Fortsatz	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
	Sulcusreflex vorhanden	5	15	10	2	2	3	4	6	7	—	1	3	4	—	2	2	2	3	37	34	71
	Sulcusreflex gedeckt	15	10	10	4	2	—	2	6	9	3	3	—	—	1	3	3	2	—	46	27	73
Farbenanomalieen des Trommelfells	diffuse Trübung	2	8	5	2	—	1	1	4	3	1	—	—	—	1	5	1	2	1	18	19	37
	circumscripte Trübung	6	7	9	2	1	2	2	5	3	1	1	3	3	—	1	4	—	1	26	25	51
	hinterer Trübungsstreifen	4	10	2	1	—	—	1	2	4	-	1	—	4	—	2	1	—	1	18	15	33
	Verkalkung	1	1	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	3	6

Fornanomalieen des Trommelfells	hintere Falte	—	3	3	—	—	—	1	—	3	1	1	—	2	—	—	—	—	—	10	4	14
	Hammergriff verbreitert oder kurzer Fortsatz vorspringend	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
	Narbe	—	1	2	1	—	2	—	2	1	—	—	—	1	1	1	1	1	2	6	10	16
Perforation d. Trommelfells	mit Otorrhöe	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	4
	ohne Otorrhöe	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3
Stimmgabel a′ vom Scheitel	verlängert	5	2	3	2	2	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	12	4	16
	unverkürzt	11	12	13	1	—	1	2	6	2	4	—	—	1	1	3	3	—	—	32	28	60
	verkürzt	13	6	5	5	—	1	—	5	3	1	1	—	4	—	3	—	1	—	30	18	48
	0	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	4	—	—	—	—	—	2	4	6	10
Rinne-Versuch m. Stimmgabel a′	positiv 15 und mehr Sekunden	25	14	7	2	—	—	2	9	7	5	1	—	2	1	3	4	—	—	47	35	82
	positiv unter 15 Sekunden .	4	7	12	3	—	—	1	2	1	—	1	—	3	—	1	1	—	—	23	13	36
	± 0	—	—	2	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	3	5
	negativ	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	3	—	—	—	—	1	—	2	5	7
Cerebrale und Geisteskrankheiten	Kretinismus	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2
	Blödsinn	—	2	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	6	8
	Epilepsie	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8
	Psychose	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4
	Apoplexie	—	—	4	—	—	—	1	—	5	—	—	2	—	—	—	—	—	—	10	2	12

Tabelle IV.

Hörweite für Flüstersprache	Zahl der Gehörorgane 16—1 m	Zahl der Gehörorgane 1 m — $\frac{1}{\infty}$	Zahl der Gehörorgane $\frac{1}{\infty}$ — 0	Totalsumme	In Prozenten jeder Kolumne 16—1 m	In Prozenten jeder Kolumne 1 m — $\frac{1}{\infty}$	In Prozenten jeder Kolumne $\frac{1}{\infty}$ — 0	Totalsumme in Prozenten
Summe der auf die obigen Distanzen percipirenden Gehörorgane	97	76	27	200	100	100	100	100
Gehörgang: Exostosen	2	—	—	2	2,1	—	—	1,0
Gehörgang: Cerumen: Untersuchung behindernd	8	10	1	19	8,2	13,2	3,7	9,5
Gehörgang: Cerumen: anscheinend obturirend	6	7	2	15	6,2	9,2	7,4	7,5
Reflexe des Trommelfells: normaler Reflex: an normaler Stelle	79	61	14	154	81,4	80,3	51,9	77,0
Reflexe des Trommelfells: normaler Reflex: fehlend	5	8	2	15	5,2	10,5	7,4	7,5
Reflexe des Trommelfells: normaler Reflex: stark vom Umbo gegen die Peripherie gerückt	—	—	1	1	—	—	3,7	0,5
Reflexe des Trommelfells: fleckförmiger Reflex über dem kurzen Fortsatz	—	1	—	1	—	1,3	—	0,5
Reflexe des Trommelfells: Sulcusreflex: sichtbar	34	23	14	71	35,2	30,3	51,9	35,5
Reflexe des Trommelfells: Sulcusreflex: gedeckt	34	32	7	73	35,2	42,1	25,9	36,5
Farbenanomalieen des Trommelfells: diffuse Trübung	16	17	4	37	16,5	25,0	14,8	18,5
Farbenanomalieen des Trommelfells: circumscripte Trübungen	23	20	8	51	23,7	26,3	29,6	25,5
Farbenanomalieen des Trommelfells: hinterer Trübungsstreifen	21	10	2	33	21,6	13,2	7,4	16,5
Farbenanomalieen des Trommelfells: Verkalkung	3	1	2	6	3,1	1,3	7,4	3,0

Formanomalieen des Trommelfells	hintere Falte	6	7	1	14	6,2	9,2	3,7	7,0
	Hammergriff verbreitert oder kurzer Fortsatz stark vorspringend	1	—	—	1	1,0	—	—	0,5
	Narbe	5	6	5	16	5,2	7,9	18,5	8,0
Perforation d. Trommelfells	mit Otorrhöe	—	2	2	4	—	2,6	7,4	2,0
	ohne Otorrhöe	—	2	1	3	—	2,6	3,7	1,5
Summe der auf Knochenleitung vom Scheitel geprüften Gehörorgane		68	49	17	134	100	100	100	100
Knochenleitung mit Stimmgabel a' vom Scheitel geprüft	verlängert	7	6	3	16	10,3	12,2	17,6	11,9
	unverkürzt	33	26	1	60	48,5	53,1	5,9	44,8
	verkürzt	28	17	3	48	41,2	34,8	17,6	35,8
	0	—	—	10	10	—	—	58,8	7,5
Summe der mit dem Rinne-Versuch geprüften Gehörorgane		70	51	9	130	100	100	100	100
Rinne-Versuch mit Stimmgabel a'	positiv 15 und mehr Sekunden .	53	28	1	82	75,7	54,9	11,1	63,1
	positiv unter 15 Sekunden . .	17	18	1	36	24,3	35,3	11,1	27,7
	± 0	—	3	2	5	—	5,9	22,2	3,8
	negativ	—	2	5	7	—	3,9	55,6	5,4

Wege erhaltenen Prozentzahlen, welche in meinen Schuluntersuchungen gefunden wurden, wie dies im Folgenden geschehen soll.

In zwei Gehörgängen, also in 1 %, waren Exostosen vorhanden. In meinen bisherigen klinischen Berichten, soweit sie das Vorkommen von Gehörgangs-Exostosen speziell berücksichtigt haben, ergaben sich 0,5 und 1 % der Gesammtkrankenzahl. Für die Zeit ihrer Entstehung ist es bemerkenswerth, dass die Beobachtung wahrer Exostosen des knöchernen Gehörganges ausschliesslich an Erwachsenen gemacht werden konnte. Nur eine Verknöcherung mit unregelmässig höckerigem Epidermisüberzug, wie solche als eine grosse Seltenheit neben alter Mittelohreiterung uns entgegentreten und wahrscheinlich verknöcherte Polypen darstellen, habe ich einmal bei einem 14 jährigen Knaben notirt. Wahre Exostosen im knöchernen Meatus mit glatter, runder, weisser Oberfläche sind mir unter meinem Krankenmaterial bis zum 15. Lebensjahre in keinem einzigen Fall und ebensowenig bei den Schuluntersuchungen zu Gesicht gekommen, eine Thatsache, auf welche ich damals bereits die Aufmerksamkeit gelenkt habe. Im Alter dagegen ist ihr Vorkommen, insbesondere wenn man ihre ersten Anfänge in Form kleiner, direkt vor und über dem Trommelfell sitzender Höcker mit einrechnet, durchaus nicht als Seltenheit zu bezeichnen.

Anscheinend obturirende Cerumenpfröpfe ergaben sich bei den Alten in 7,5 % und zwar doppelt so häufig bei den Frauen als bei den Männern, während sie bei den Schulkindern nur in 2,6 % vorhanden waren. Beide Verhältnisse entsprechen den klinischen Erfahrungen.

Von den normalen Reflexen des Trommelfells fand sich der dreieckige Lichtfleck im Umbo bei den Alten fast in der gleichen Häufigkeit wie bei den Kindern, nämlich in 77,0 gegen 77,9 %, wobei zu bemerken ist, dass auch jede leichte Andeutung desselben als verschwommener Fleck oder Punkt mitgezählt wurde, wenn er nur im Umbo oder dessen nächster Nähe sich befand. Sein gänzliches Fehlen konnte konstatirt werden in 7,5 gegen 4,1 % im kindlichen Alter. Das Fehlen des Reflexes kann bedingt sein durch Form- und Stellungsanomalieen des Trommelfells oder durch Verlust der Glätte seiner Epidermisoberfläche; es ist wahrscheinlicher, dass bei den Alten meist letztere Ursache das häufigere Fehlen des Umboreflexes bewirkt, da Formanomalieen im Vergleich zum jugendlichen Trommelfell hier mehr in den Hintergrund treten.

Der Lichtstreifen an der unteren vorderen Peripherie des Trommelfells, welchen ich in den Schuluntersuchungen seiner Entstehungsweise entsprechend als Sulcusreflex bezeichnet habe, war unter den Alten bei 36,5 %, unter den Kindern bei 30,6 % von der vorderen unteren

Gehörgangswand gedeckt. In 35,5 % war derselbe bei den Alten direkt sichtbar, also die ganze vordere untere Peripherie des Trommelfells zu überschauen; in den übrigen Fällen lagen Cerumen, Defekte des Trommelfells etc. vor.

Die registrirten Einsenkungserscheinungen am Trommelfell, zu welchen ausser der Faltenbildung hinter dem kurzen Fortsatz und der Verbreiterung des Hammergriffs auch ein stärkeres Abrücken des normalen Reflexes gegen die Peripherie und die Entstehung eines fleckförmigen Reflexes über dem kurzen Fortsatz zu rechnen sind, stehen in folgendem Häufigkeitsverhältniss bei den Alten und Kindern:

	bei den Kindern:	bei den Alten:
Hintere Falte	7,4 %	7,0 %,
Hammergriff verbreitert oder kurzer Fortsatz vorspringend	2,3 „	0,5 „
Normaler Reflex stark vom Umbo gegen die Peripherie gerückt . .	5,0 „	0,5 „
Fleckförmiger Reflex über dem kurzen Fortsatz	0,9 „	0,5 „
Reflexe hinter dem kurzen Fortsatz .	3,4 „	0 „

Diese Zahlen können unsere klinische Erfahrung nur bestätigen, dass die Tubenverschliessungen, durch welche die aufgezählten Formanomalieen verursacht werden, eine vorwiegende Affektion des Kindesalters bilden, und ihre Häufigkeit im Alter mehr und mehr abnimmt. Es ist zu den obigen Zahlen ausserdem zu bemerken, dass die noch am Häufigsten bei den Alten vorgefundene hintere Falte vielfach nur in Andeutung vorhanden war, und dass der charakteristische Befund des totalen Trommelfellkollapses mit vielen Glanzpunkten der Oberfläche, welcher bei den Schuluntersuchungen unter der Bezeichnung „Atrophie“ rubrizirt wurde, sich bei den Alten kein einziges Mal vorgefunden hat.

Ganz andere Häufigkeitsverhältnisse finden sich für diejenigen Veränderungen, welche den in der Paukenhöhle selbst spielenden entzündlichen Prozessen angehören, und das Trommelfell in seiner Substanz in Mitleidenschaft ziehen, wie die folgende Zusammenstellung zeigt.

Es fanden sich nämlich

		bei den Kindern:		bei den Alten:
diffuse Trübungen des Trommelfells	in	2,1 %	in	18,5 %,
Cirkumskripte Trübungen . . .	„	12,7 „	„	25,5 „
hinterer Trübungsstreifen	„	4,4 „	„	16,5 „
Verkalkung	„	1,5 „	„	3,0 „
Narbe	„	1,9 „	„	8,0 „
Perforation des Trommelfells { mit Otorrhöe .	„	1,0 „	„	0,2 „
Perforation des Trommelfells { ohne „ .	„	1,0 „	„	1,5 „

Die leichtesten Grade von diffuser sowohl wie cirkumskripter Trübung des Trommelfells sind bei diesen Aufzeichnungen ebenso wie bei den Schulkindern unberücksichtigt geblieben. Als hinterer Trübungsstreifen wurde wie dort eine vom kurzen Fortsatz beginnende und in der Richtung der hinteren Falte verlaufende lineäre oder einen etwas breiteren Streifen bildende Trübung bezeichnet; häufig geht dieselbe bogenförmig in eine Trübung der hinteren intermediären Zone über. Die Entstehung dieses Streifens aus einer Faltenbildung hinter dem kurzen Fortsatz lässt sich in einem Theil der Fälle aus dem noch gleichzeitigen Vorhandensein beider, d. h. einer längs ihrer Knickung getrübten Falte erkennen. Die Annahme indes, dass in all den Fällen, welche einen hinteren Trübungsstreifen zeigen, früher Einsenkungen des Trommelfells vorausgegangen sind, findet zu wenig objektive Anhaltspunkte, und es ist wahrscheinlich, dass dieser Streifen auch die einfache Fortsetzung einer in der intermediären Zone entstehenden Trübung bilden kann, welche sich bis zum kurzen Fortsatz erstreckt. Für die Beurtheilung des Hörvermögens hat sein Vorhandensein noch weniger Bedeutung als die übrigen cirkumskripten und die diffusen Trübungen im Trommelfell. Es geht dies deutlich aus der Zusammenstellung der Häufigkeitsverhältnisse in Prozenten der drei Hörquoten auf Tabelle IV hervor, indem er sich in den Trommelfellen der relativ gut hörenden ersten Kolumne annähernd dreimal so häufig als in der dritten findet, während die übrigen Trübungen wenigstens im Ganzen eine mässige Zunahme ihrer Prozentzahlen unter den Schlechterhörenden aufweisen. Für die Verkalkungen ist es genugsam bekannt, dass sie neben normalem Hörvermögen vorkommen können.

Die Narben und Perforationen sowohl ohne als mit noch bestehender Otorrhöe zeigen eine regelmässige Zunahme ihrer Prozentzahlen mit dem wachsenden Grad von Schwerhörigkeit; Perforationen finden sich in der ersten Kolumne der noch relativ Guthörenden überhaupt nicht vor.

Für die Beurtheilung des Zustandekommens der Schwerhörigkeit im Alter ist das wichtigste Ergebniss dieser letzteren Zusammenstellung,

dass die sämmtlichen verschiedenen Residuen früherer Entzündungsprozesse vom 50. Jahre ab in einer viel grösseren Anzahl sich vorgefunden haben, als sie uns im kindlichen Lebensalter entgegengetreten sind. Dass diese Veränderungen für die gefundenen Hörstörungen nur zum Theil verantwortlich gemacht werden dürfen, geht schon aus ihrem häufigen Vorkommen neben verhältnissmässig gutem Hörvermögen hervor. Insbesondere für die verschiedenen Formen von Trübungen konnte ausserdem vielfach der Nachweis durch die Prüfung der Knochenleitung mittelst Stimmgabeln und ihre Vergleichung mit der Luftleitung geliefert werden, dass wesentliche Behinderungen in der Schallleitung nicht bestanden.

Die Dauer der Knochenleitung vom Scheitel aus wurde an 67 von den untersuchten 100 Individuen gemessen und ihr Verhalten mit Rücksicht auf die verschiedene Hörweite nach den einzelnen Gehörorganen in Tabelle III und IV eingezeichnet.

In jedem dieser Fälle wurde die Verlängerung, gleiche Dauer oder Verkürzung der Knochenleitung mit Stimmgabel a^1 im Verhältniss zur Dauer meiner eigenen osteo-tympanalen Leitung bestimmt. Da ich selbst im Verlaufe dieser Untersuchungen das 50. Lebensjahr überschritten und einen Theil meiner Knochenleitung eingebüsst habe, so lassen die hier gegebenen Zahlen nur eine Vergleichung unter sich, nicht mit jugendlichen Gehörorganen zu.

Wenn wir berücksichtigen, wie häufig gerade bei Greisen durch gleichzeitige Prozesse im mittleren und inneren Ohre die Dauer der Knochenleitung in entgegengesetztem Sinne beeinflusst wird, so dass beispielsweise eine normale Dauer der o. t. Leitung trotz hochgradiger Schwerhörigkeit resultiren kann, so durfte von vornherein nicht erwartet werden, dass aus dieser Zusammenstellung viele Schlüsse zu machen sein würden; ich habe es daher auch unterlassen, die im Ganzen analogen Resultate mit Stimmgabel A aufzuführen.

So viel geht wenigstens aus diesen Zahlen hervor, dass die Mittelohraffektionen im Alter bedeutend zurücktreten gegen die jenseits des Mittelohres spielenden Erkrankungen.

Während man sich bei akuten Paukenhöhlenentzündungen, und sowohl frischen wie älteren Trommelfellperforationen leicht davon überzeugen kann, dass diese Prozesse bei sonst normalen funktionellen Verhältnissen des Ohres regelmässig auch im Alter eine Verlängerung der Knochenleitung bedingen, finden wir hier unter der Gesammtheit der Schwerhörigen ein Ueberwiegen der Verkürzungen gegen die Verlängerungen und unter den stark Schwerhörigen sogar in 58,8 % einen totalen Ausfall der Knochenleitung.

Eine analoge Deutung erlauben auch die ebenfalls auf Tabelle III und IV gegebenen Zusammenstellungen über den Rinne'schen Versuch mit Stimmgabel a^1.

Unter den 60 darauf untersuchten Gehörorganen mit Herabsetzung ihrer Hörweite auf 1 m und weniger fanden sich

29 mit Rinne + 15 Sekunden und mehr,
19 „ „ positiv unter 15 Sekunden,
5 „ „ ± 0 und
7 „ „ negativ, d. h. längerer Dauer der Knochen- als der Luftleitung.

In all den Fällen, bei welchen die Luftleitung um 15 Sekunden und mehr die Knochenleitung überdauerte, sind wir berechtigt, eine wesentliche Affektion des Schallleitungsapparates auszuschliessen; akute Mittelohraffektionen, für welche allein erfahrungsgemäss dieses Verhalten des Schallleitungsapparats eine Ausnahme erleiden kann, hatten sich an keinem der zur Untersuchung gekommenen Gehörorgane vorgefunden.

Während der entschieden positive Ausfall des Rinne'schen Versuches also hier unsere Diagnose sicher auf das innere Ohr leitet, lässt seine Verkürzung oder sein negativer Ausfall für sich allein keinen sicheren Schluss auf Mittelohrerkrankung zu, sobald die Hördifferenz auf beiden Seiten eine grosse ist. Möglicherweise liegen also auch bei einem Theil der obigen Gehörorgane selbst mit negativem Ausfall des Rinne'schen Versuchs nur Veränderungen des inneren Ohres vor.

Ein Ergebniss der Prüfung mit dem Rinne'schen Versuch verdient als theoretisch wichtig hier noch hervorgehoben zu werden: Nur ausnahmsweise wurde die normale Dauer des Rinne-Versuchs, welche sich für meine Stimmgabel a^1 bei jugendlichen Individuen zu 30 Sekunden gefunden hat, überschritten, nämlich einmal mit 31 und einmal mit 32 Sekunden. Es ergibt sich daraus die Schlussfolgerung, dass auch im Alter nicht die Knochenleitung an sich eine Verminderung erfährt, sondern nur in gleichem Verhältnisse mit der Verminderung der Hörweite überhaupt herabsinkt.

VII.

Eine Entfernung des Steigbügels[1].

Für unser Verständniss des Schallleitungsapparates ist es von fundamentaler Bedeutung, zu wissen, wie viel das Ohr nach Ausschaltung seiner einzelnen Glieder hört.

Die Erfahrung hat uns längst, bevor Hammer und Ambos operativ beseitigt wurden, darüber belehrt, dass auch bei isolirtem Steigbügel noch eine beträchtliche Hörweite bestehen kann. Wir sehen häufig genug neben Zerstörung des Trommelfelles das Stapesköpfchen isolirt in der Paukenhöhle liegen, ja es kann die ganze Gegend der Pelvis ovalis für unser Auge blossliegen, ohne dass weder vom Ambos, noch vom Köpfchen und den Schenkeln des Steigbügels etwas sichtbar ist, und trotzdem kann das Ohr noch Flüstersprache auf mehrere Meter Entfernung verstehen.

In solchen Fällen nehmen wir an, dass wenigstens die Steigbügelfussplatte und das Ligamentum annulare sich intakt erhalten haben, und man könnte daran denken, dass die vom Ligamentum annulare umgrenzte Fussplatte hier eine ähnliche Bedeutung für die Aufnahme von Bewegungsimpulsen und in specie auch der Schallwellen gewinnt, wie der in der niederen Thierwelt vorkommende grosse Otolith.

Uebrigens besteht in all diesen Fällen von Zerstörungen am Schallleitungsapparat durchgängig nicht nur ein relativer Funktionsdefekt, welcher sich durch Abnahme der Hörweite bis zu einer gewissen Entfernung kundgibt, sondern wir können auch einen absoluten Defekt nachweisen, welcher in dem Ausfall eines grösseren oder kleineren Stückes am unteren Ende der Tonskala für die Luftleitung besteht, während die Knochenleitung für die tieferen Töne dadurch regelmässig gewinnt.

---

1) Vortrag gehalten in der II. Versammlung der deutschen otologischen Gesellschaft. Zeitschrift f. Ohrenhlk. XXIV, 1893.

Ein aktuelles Interesse haben alle diese Fragen gewonnen durch die jüngsten Mittheilungen von Amerika über den günstigen Einfluss auf das Hörvermögen, welcher durch die operative Entfernung des Steigbügels in solchen und ähnlich gelagerten Fällen sich erzielen lasse.

Bisher hat wohl die Mehrzahl der Otologen trotz einiger dagegen sprechender Erfahrungen, welche in der Litteratur mitgetheilt sind, an der bereits von Toynbee ausgesprochenen Meinung festgehalten, dass mit dem Verlust des Steigbügels auch das Hörvermögen verloren geht.

Auf Grund einiger Sektionsfälle von abgelöstem Steigbügel bei tuberkulöser Mittelohreiterung und eines Falles von Ersatz der Steigbügelfussplatte durch Narbengewebe, dessen vollkommene Taubheit im Leben von mir konstatirt wurde, war auch ich dieser Meinung. Einen dem letzteren gleichen Befund mit vollkommener Taubheit berichtet auch Politzer[1]). v. Tröltsch[2]) fand in einem Sektionsfall den Stapes in situ, seine Umsäumungsmembran aber fehlend und das Knöchelchen nur durch die Paukenschleimhaut festgehalten; das Ohr war im Leben nur mit einer mässig laut schlagenden Cylinderuhr geprüft worden, welche es nicht gehört hat.

In dem bekannten Fall Berthold's[3]) von Extraktion des Stapes hatte sich der Steigbügel bereits früher aus der Pelvis ovalis losgelöst und war nach Berthold's Beschreibung mit seiner Fussplatte in das Trommelfell eingewachsen. Die Hörweite betrug hier nach Einsetzung des Eihäutchens 15 Fuss für Flüstersprache (das andere Ohr war hochgradig schwerhörig).

Früher schon hat Kessel auf Grund seiner Experimente mit der Entfernung der Taubencolumella auch beim Menschen in einem Fall den Stapes absichtlich extrahirt; über das Hörresultat erfahren wir aber ebenfalls nichts[4]).

Ludewig[5]) hat zweimal unfreiwillig den Stapes extrahirt. In dem einen Fall war vollständige Taubheit die Folge, über die Hörweite des anderen wird von ihm nichts mitgetheilt. Das Gleiche passirte Grunert[6]),

---

1) Lehrbuch III. Aufl., S. 380.

2) Archiv f. Ohrenheilk. Bd. IV, S. 100.

3) „Was vermag das menschliche Ohr ohne Steigbügel zu hören?“ Zeitschr. f. Ohrenheilk. XIX.

4) Archiv f. Ohrenheilk. Bd. XI, S. 214.

Nachträgliche Anmerkung. Nach einer späteren Mittheilung von Kessel („über vordere Tenotomie, Mobilisirung und Extraktion des Steigbügels“, Jena 1894, S. 13) war das damalige Hörresultat gleich Null. Dagegen hat Kessel in zwei späteren Extraktionsfällen eine Hörweite für Flüstersprache bis zu 8 und 10 m gefunden. Auffälligerweise bezeichnet er selbst dieses Sprachverständniss als „nur ein eben ausreichendes“.

5) Archiv f. Ohrenheilk. Bd. XXIX, S. 260, 61 und XXXI, S. 228.

6) Archiv f. Ohrenheilk. Bd. XXXIII, S. 219, 222 und 236.

und derselbe gibt an, dass darauf eine Hörbesserung von 1/3 bis auf 1 m für Flüstersprache erfolgt sei. Seitdem sind, wie ich aus seinem Handbuch (II, 777) ersehe, auf der Klinik von Schwartze noch drei Fälle vorgekommen. Unter den im Ganzen also sechs Fällen trat einmal Taubheit ein, zweimal blieb die Hörprüfung ohne sicheres Resultat, und dreimal fand sich nachträglich Hörbesserung, das Maximum in Grunert's erwähntem Fall, das Minimum Flüstersprache vorher unsicher, nachher sicher direkt am Ohr. (Ueber die Hörweite des anderen Ohres in diesen Fällen wird nichts mitgetheilt.)

Ich komme nun zu den Mittheilungen Jack's, eines Schülers von Blake. Aus einem Referat in der Monatsschrift für Ohrenheilkunde[1]) erfahren wir, dass Jack innerhalb weniger Wochen die Extraktion des Steigbügels nicht weniger als in 17 Fällen versucht und ausgeführt hat, darunter zwei mit noch bestehender Otorrhöe, die übrigen waren abgelaufene Mittelohreiterungen mit noch bestehender oder geheilter Trommelfellperforation und mehrere reine Mittelohrsklerosen. Einmal blieb ein kleines Stück der Fussplatte zurück, ein anderes Mal gelang es ihm nur, die Steigbügelschenkel stückweise zu entfernen, die Fussplatte blieb im Fenster zurück. Trotzdem gelang es Jack, in allen 17 Fällen eine eklatante und während der Beobachtungszeit von vier Monaten andauernde Hörverbesserung, hauptsächlich für die Sprache, zu erzielen. Die Reaktion sei stets eine auffällig geringe gewesen. Sogar in einem Fall von totaler Taubheit hat die Hörweite nach Jack am nächsten Tage nach der Steigbügelextraktion 7 Fuss für Flüstersprache betragen.

Auch Blake theilt zwei Fälle von Stapesextraktion mit, welche er bei langjähriger Mittelohrsklerose ausgeführt hat. In dem ersten Falle brachen die Schenkel ab und blieb die Fussplatte zurück. Eine Hörbesserung trat für das Galtonpfeifchen ein. Im zweiten Fall wurde der ganze Steigbügel extrahirt. Ueber die resultirende Hörweite wird nichts mitgetheilt[2]).

Nach diesen Berichten sollte man fast glauben, dass man bei chronischen Schallleitungshindernissen überhaupt nur am Steigbügel zu operiren brauche, um einer Hörbesserung sicher zu sein.

---

1) Monatsschr. f. Ohrenheilk. 1892, Nr. 11.

2) Operation for removal of the spapes without ether. Boston Medical and Surgical Journal of December 8, 1892.

Nachträgliche Anmerkung. Nach späterer Mittheilung (Transact. of the Americ. Otolog. Society 1893) hat Blake unter 21 Fällen von versuchter Steigbügelextraktion wegen nicht eitriger Mittelohrerkrankung, von denen nur 9 wirklich gelangen, bei nur zweien eine praktisch in Betracht kommende Besserung erzielt.

Die Frage, wie sich das Hörvermögen ohne Steigbügel gestaltet, erscheint physiologisch, und nach diesen Berichten auch praktisch, so wichtig, dass ich mich, wenn auch ungern, wenigstens in einem Falle, entschlossen habe, die an sich ja kleine und leichte Operation auszuführen.

Im Folgenden gebe ich Ihnen das Resultat:

Die 48jährige Fuhrmannsfrau Christine K. leidet an langjähriger Schwerhörigkeit beiderseits und seit einem Jahre an kontinuirlichem Sausen, beiderseits finden sich Residuen von Mittelohreiterung mit persistirender Perforation. An einen früheren Ausfluss erinnert sie sich nicht mehr.

Rechts besteht eine nierenförmige Perforation der hinteren oberen Zweidrittel. Der Hammergriff ist mit dem Promontorium verwachsen. Im hinteren oberen Quadranten liegt anscheinend der lange Ambosschenkel mit der Stapediussehne frei sichtbar vor; ebenso ist im hinteren unteren Quadranten die Nische des runden Fensters sichtbar. Die Schleimhaut ist von blassgelber, am langen Ambosschenkel von weissgrauer Farbe. Bei der Luftdouche entsteht rechts breites hauchendes Perforationsgeräusch.

Links besteht eine eingesunkene Narbe an der hinteren Peripherie mit einer kleinen Oeffnung, durch welche die Luft bei Politzer's Verfahren ebenfalls herausdringt.

	Hörweite für Flüstersprache	Hörweite für Konversationssprache
rechts	2 cm	20 cm
links	10 „	90 „

	Untere Tongrenze	Obere Tongrenze	Rinne V.
rechts	C (64 v. d.)	Galton 1,7	— 7 Sek.
links	A (110 v. d.)	„ 2,3	— 5 „

A vom Scheitel unbestimmt in welches + 12 Sek.
a^1 „ „ „ „ „ — 2 „

Die Extraktion des Steigbügels wurde auf der rechten, schlechter hörenden Seite gemacht. Nach Durchschneidung der Stapediussehne und dem Versuch, das Ambos-Stapesgelenk zu durchtrennen, wobei sich zeigte, dass nur ein Narbenstrang den langen Ambosschenkel vorgetäuscht hatte, wurde die Entfernung des Stapes durch Einhacken eines kleinen stumpfen Häckchens zuerst von unten, dann von oben versucht; der Raum zwischen Pelvis und Stapes erwies sich aber zu eng, um dasselbe zwischen die Schenkel zu bringen; auch ein Häckchen mit scharfer Spitze führte nicht zum Ziel. Dagegen gelang es leicht, das Stapesköpfchen mit einer feinen Kornzange zu fassen und den Stapes im Ganzen durch eine sanfte Traktion zu entfernen. Ausfluss von Serum erfolgte nicht. Ich zeige Ihnen den extrahirten Steigbügel hier vor. Während Sie an Köpfchen und Schenkeln noch die angetrocknete Schleimhaut erkennen können, erscheint die Innenfläche der Fussplatte von weisser Knochenfarbe. Es spricht dies dafür, dass nicht nur das Periost derselben, sondern auch das die Fussplatte überziehende Knorpelgebilde zurückgeblieben ist.

Die Operation war unter Cocaïneinwirkung nicht sehr schmerzhaft gewesen. Im Moment der Entfernung sank die Kranke mit einem tiefen Seufzer auf die andere Seite, entfärbte sich, Schweiss brach aus. Darauf erfolgten einige Ruktuse und wiederholte starke laute Gähnbewegungen, dazwischen

fortwährend tiefe Seufzer. Das Bewusstsein blieb erhalten. Die trotz dieser schweren Erscheinungen sofort vorgenommene Hörprüfung schien eine Besserung zu ergeben. Da aber die Kranke bei dem Zustand vollständiger Erschlaffung, in welchem sie sich befand, das andere Ohr wahrscheinlich nicht fest geschlossen hatte, so ist auf diese erste Prüfung kein Gewicht zu legen. Nach einer halben Stunde war die Pat. noch sehr blass. Der Schwindel war, als sie aufstand, so heftig, wie ich ihn noch selten bei einem Ohrenkranken gesehen habe. Nach der Heimfahrt musste sie zweimal erbrechen.

Der stärkere Schwindel dauerte bis zum 3. Tage an. An diesem Tage konnte sie langsam gerade gehen und war allein zu mir gekommen, doch fühlte sie sich noch ununterbrochen schwindlig, auch beim ruhigen Sitzen. Ihre hauptsächlichste Klage besteht heute über ein verstärktes Sausen im rechten Ohre. Die Watte im Ohr war von blutigem Serum getränkt aber wieder getrocknet. Von der tief gerötheten, glänzenden, mässig geschwellten Paukenschleimhaut tupft die mit Watte umwickelte Sonde eine Spur blutigen Serums ab.

Die Hörprüfung ergab folgendes Resultat:

Flüstersprache wird rechts nicht gehört, Konversationssprache unsicher, bei offenem rechten nicht besser als bei geschlossenen beiden. Von der ganzen Stimmgabelreihe werden per Luftleitung bei starkem Anschlag nur c^4 und fis^4 gehört, für welche bekanntlich das andere Ohr nicht auszuschliessen ist. Vom Scheitel verlegt die Kranke die Stimmgabel A in das operirte Ohr.

Im weiteren Verlauf blieb das Ohr trocken. Der Schwindel verlor sich erst in der 3. Woche. Verstärktes Sausen bestand aber jetzt hauptsächlich auf dem nicht operirten Ohr.

Eine um diese Zeit wiederholte Hörprüfung ergab Folgendes:

Flüstersprache nicht, Konversationssprache unvollkommen direkt am Ohr, viele Zahlen richtig.

Untere Tongrenze für Luftleitung A, von da werden kontinuirlich alle Stimmgabeln und Pfeifchen bis zur oberen Grenze 2,3 im Galton percipirt (Blasen des Galton nicht gehört).

Die letzte Untersuchung, welche in der 10. Woche nach der Extraktion erfolgte, zeigte die Paukenschleimhaut blass und trocken, in der Steigbügelgegend eine unregelmässige grau ausgekleidete Vertiefung mit mehreren Reflexen.

Konversationssprache wurde heute auf 3 cm percipirt (die Zahlen 7 und 5 am Schlechtesten). Die untere und obere Tongrenze fand sich wie bei der letzten Untersuchung. A klingt vom Scheitel ins rechte Ohr und wird um 17 Sek. verlängert gehört; auch a^1 wird vom Scheitel in das rechte Ohr verlegt und ist um 3 Sek. verkürzt. Rinne a^1 fällt heute rechts — 10, links — 6 Sek. aus.

Das Resultat der Operation in den nächsten Tagen war also absolute Taubheit. Dagegen stellte sich von der dritten Woche ab wieder ein Rest von Hörvermögen ein, welcher allerdings weit hinter dem ursprünglich vorhandenen zurückblieb.

Um diese Wiederkehr zu erklären, muss ich auf meine bereits oben ausgesprochene Vermuthung zurückkommen, dass eine Belastung der das ovale Fenster auskleidenden Membran das Hörvermögen in etwas begünstigend beeinflussen kann. In unserem Fall kann diese Belastung, wenn auch nicht von der Fussplatte selbst, so doch von dem im weiteren

Verlauf sich vielleicht verdickenden und verknöchernden Knorpel-Gebilde erzeugt worden sein. Diese Erklärung erscheint mir auch anwendbar auf die bedeutende Verbesserung, welche Berthold in seinem oben erwähnten Fall durch Auflegen eines Eihäutchens gesehen hat. Eine gleiche Wirkung übt ja das Wattekügelchen, welches nach meiner Erfahrung nur dann hörverbessernd wirkt, wenn es auf die Gegend des Steigbügels aufgedrückt wird.

Es erschien mir dringend, diesen Fall möglichst bald an die Oeffentlichkeit zu bringen, um andere Kollegen vor ähnlichen Erfahrungen zu bewahren.

Zu Beobachtungen über die physiologische Wirkung genügen die Fälle unfreiwilliger Extraktion.

Das Verlangen ist gerechtfertigt, dass in vorkommenden Fällen dieser Art die funktionelle Prüfung in möglichst sorgfältiger Weise gemacht und mitgetheilt wird.

Nachträgliche Bemerkung.

Das oben ausgesprochene Verlangen hat auch bei den seither mitgetheilten Stapes-Entfernungen zu wenig Berücksichtigung gefunden, um aus ihnen genügend gesicherte Schlüsse auf die Funktion des Steigbügels zu ziehen.

Ebensowenig hat sich die neuerdings allgemein behauptete Gefahrlosigkeit der Manipulationen am Stapes bei Mittelohreiterung bestätigt So beobachtete Jansen (Arch. f. Ohr. XXXV, 297) nach Steigbügel-Luxation, welche beim Ausschaben erfolgt war, 18 Tage später durch konsekutive Meningitis letal endende Labyrintheiterung. Eine ähnliche Beobachtung habe ich bereits früher mitgetheilt („Fremdkörper im Ohr" Berlin. klin. Wochenschrift 1888, Nr. 26). Der Steigbügel war in diesem Falle durch ungeschickte Versuche, einen Johannisbrodkern zu entfernen, wie die Sektion erwies, luxirt worden und auf diesem Wege war letale Meningitis entstanden.

VIII.

Ein Fall von Stapesankylose und ein Fall von nervöser Schwerhörigkeit mit den zugehörigen Sektionsbefunden und der manometrischen Untersuchung[1].

Mit zwei Abbildungen auf Tafel I.

Die mikroskopische Untersuchung der Präparate wurde von Dr. A. Scheibe ausgeführt.

Ueber die Beurtheilung der funktionellen Symptome, welche einerseits den chronischen Mittelohraffektionen und andrerseits den Erkrankungen des inneren Ohres zukommen, gehen die Meinungen der Fachkollegen trotz der zahlreichen zusammengetragenen Kasuistik noch immer weit auseinander.

Die fortgesetzte klinische Beobachtung an richtig ausgewählten Fällen hat uns zwar in dieser Beziehung Aufschlüsse gegeben, welche uns über die differentiell diagnostische Bedeutung der vergleichenden Prüfung in Luft- und Knochenleitung und der Tonprüfung nicht in Zweifel lassen können.

Zwingende Beweise dürfen wir aber nur von der Obduktion solcher Fälle erwarten, welche im Leben den ganzen für diese zwei verschiedenen Erkrankungsformen als charakteristisch aufgestellten funktionellen Symptomenkomplex dargeboten haben.

Einen Sektionsbericht von Stapesankylose mit negativem Ausfall des Rinne'schen Versuchs und Verlängerung der Knochenleitung im Leben habe ich bereits 1885 auf der Versammlung süddeutscher und

1) Zeitschrift für Ohrenheilk. XXIV, 1893. — Die Präparate wurden auf der II. Deutschen otologischen Versammlung zu Frankfurt a. M. demonstrirt.

schweizerischer Kollegen in München vorgelegt[1]). Gleichzeitig hat damals Politzer einen ähnlichen von ihm beobachteten Fall erwähnt; mehrere Fälle von Stapesankylose mit negativem Rinne V. wurden seitdem mitgetheilt, insbesondere ein klinisch wie anatomisch genau untersuchter Fall von Katz[2]) ebenfalls mit negativem Rinne und Verlängerung der Knochenleitung.

Der weitere Fall, über welchen ich Ihnen hier zu berichten im Begriff bin, wurde von uns im vorigen Jahre untersucht. Derselbe ist unserem erstbeobachteten und dem Falle von Katz ganz analog; auch hier ergab die Untersuchung im Leben neben doppelseitiger hochgradiger Schwerhörigkeit beiderseits einen excessiv negativen Ausfall des Rinne Vs. und eine Verlängerung der Kopfknochenleitung trotz höheren Alters; ausserdem fand sich, wie in allen seitdem darauf untersuchten einschlägigen Fällen, eine starke Verkürzung am unteren Theil der Skala für die Luftleitung. Wir diagnostizirten auf Grund dieses Befundes bereits im Leben Stapesankylose und fanden unsere Diagnose auf beiden Seiten an der Leiche bestätigt.

Die 65jährige Frau Elisabeth Schroll war wegen Carcinoma ventriculi im Krankenhaus aufgenommen.

Verschlechterung des Gehörs bestand seit einem vor 38 Jahren abgelaufenen Typhus und hatte sich in den letzten 9 Jahren allmählich bedeutend gesteigert. Kein Sausen, kein Schwindel. Vater und Schwester schwerhörig.

Untersuchung der Trommelfelle: Beide Hammergriffe stärker horizontal stehend; normaler Reflex beiderseits vorhanden. Rechts ein Trübungsstreifen vom kurzen Fortsatz nach rückwärts laufend ohne Faltenbildung, links ungleichmässige stärkere Trübung der ganzen hinteren Hälfte.

Hörprüfung: Konversationssprache rechts nur unsicher (die meisten Zahlen, ausser „3“, wurden noch direkt am Ohr verstanden), links 2 cm.

Die Knochenleitung für A vom Scheitel war um 19 Sek. verlängert, diejenige für a^1 der meinigen gleich.

Der Rinne'sche V. mit a^1 beiderseits negativ, rechts —15, links —13 Sek. (normal. + 30 Sek.).

Als untere Tongrenze fand sich beiderseits h für Luftleitung, als obere rechts Galton 6,4, links 6,3 (normale Grenze des verwendeten Galtonpfeifchens 2,3). Die Grenze schneidet scharf ab, da vom Blasen des Pfeifchens oberhalb der gefundenen Grenze nichts gehört wird.

Tonlücken bestehen nicht. Auch die per Luftleitung nicht percipirten tiefen Stimmgabeln werden vom Scheitel gut gehört.

Drei Wochen nach dieser Untersuchung starb die Kranke an einer Pleuro-Pneumonie. Bei der Sektion fand sich ein auf den Oesophagus übergreifendes handtellergrosses Carcinom der Kardia.

---

1) cf. Abhandl. 11.

2) Knöcherne Ankylose des Steigbügels (trockner Mittelohrkatarrh). Deutsche med. Wochenschr. 1890, Nr. 40.

Sektionsbefund beider Schläfenbeine.

Beide Trommelfelle zeigten an der Leiche eine frische Injektion der Hammergriffgefässe, welche vor 3 Wochen nicht vorhanden gewesen war; rechts fand sich ausserdem nachträglich in der hinteren Hälfte ein kleiner klaffender Einriss im Trommelfell, der aber erst bei Durchspülung von der Tuba aus an der Leiche entstanden war; dabei war zähes schleimig eitriges Sekret aus der im Tegmen tymp. angelegten Oeffnung entleert worden.

Nach einer dem Trommelfell parallelen Durchsägung der Paukenhöhle findet sich beiderseits die Schleimhaut auf dem Promontorium mässig dentritisch injizirt, ohne wesentliche Schwellung, nur am Boden der Paukenhöhle mässige sulzige Verdickung. Rechts liegt im Aditus und dem stellenweise mässig diffus injizirten Antrum, links am Boden der Paukenhöhle und die Nische des runden Fensters ausfüllend noch zähes Sekret, welches durch die Injektion von der Tuba aus sich nicht hatte entfernen lassen. Die Schleimhaut der Gehörknöchelchen ist nicht verdickt. Rechts sind die Steigbügelschenkel oben und unten durch dünne halbdurchsichtige Schleimhautmembranen verdeckt, deren obere durchlöchert ist; eine gleiche durchlöcherte Schleimhautmembran spannt sich über die Nische des runden Fensters. Die Tuben sind weit und frei von Schwellung und Injektion. Die Schleimhaut des Nasenrachenraums erscheint, soweit sie am Präparat erhalten, unverändert.

Es lag somit beiderseits eine frische Mittelohreiterung leichten Grades vor, welche wohl als Theilerscheinung der terminalen Pneumonie aufzufassen ist, umsomehr als Dr. Scheibe im Sekret sowohl mikroskopisch als durch Kultur und Thierversuch den Diplococcus pneumoniae nachweisen konnte.

Vor der Eröffnung der Mittelohrräume wurde in der gleichen Weise, wie dies in meinem ersterwähnten Falle beschrieben ist, beiderseits die manometrische Untersuchung gemacht. Leider sind die Resultate derselben getrübt durch die Anwesenheit von Schleim in der Paukenhöhle.

Vor der Eröffnung des oberen halbzirkelförmigen Kanals wurden beiderseits mit der Feile direkt lateral von diesem Kanal gelegene pneumatische Mittelohrräume blossgelegt, welche rechts mit durchsichtigem bernsteingelben Serum gefüllt, links leer gefunden wurden.

Manometrische Untersuchung (nach Verkittung dieser Zellen).

Die Farbflüssigkeit des im oberen Halbzirkelkanal eingekitteten Manometerröhrchens zeigt bei Druck auf den interduralen Sack des Aquaeductus vestib. rechts ein Steigen um 1 cm und mehr, links um $^1/_2$ cm, bei Druck auf den Porus acust. int. nur rechts ein langsames Steigen um $^1/_2$ mm und bei Druck auf die Mündung des Aquaeductus cochleae beiderseits keine Bewegung.

Rechtes Schläfenbein.

Paukenhöhle uneröffnet. Luftinsufflation durch einen in den Gehörgang eingesetzten Schlauch lässt die Flüssigkeit im Labyrinthmanometer um $1^1/_2$ mm steigen, Ansaugen der Luft um $2^1/_4$ mm fallen[1]).

---

1) Da sich nachträglich beiderseits Ankylose des Steigbügels gefunden hat, so können diese Bewegungen auf keinem andern Weg als durch eine direkte Uebertragung der Trommelfellbewegung mittelst des in der Paukenhöhle angesammelten Sekrets auf die Membran des runden Fensters erfolgt sein.

Luftverdichtung von der Tuba mit dem Ballon ergibt eine positive Bewegung von 4½ mm. Luftverdünnung eine negative Bewegung von 3½ mm.

Paukenhöhle durch Entfernung des Tegmen tymp. eröffnet:

Luftverdichtung durch den Gehörgangsschlauch erzeugt eine positive Bewegung von 1 mm und Luftverdünnung eine solche von ⅛ mm. Auch Lufteintreibung durch die Tuba erzeugt noch eine Bewegung von ½ mm [1]).

Ein auf den Hammerkopf aufgekitteter Fühlhebel von 10 cm Länge ergab vom Gehörgang aus eine Auswärtsbewegung von 2 und eine Einwärtsbewegung von 4 mm. (Diese im Vergleich mit der Norm bedeutende Reduktion findet ihre Erklärung in der direkt vorher durch Flüssigkeitsinjektion entstandenen Ruptur des Trommelfells).

Linkes Schläfenbein.

Paukenhöhle uneröffnet:

Vom Gehörgang . . . . . . + ⅛ und — ½ mm
Von der Tuba . . . . + 4 und — 4 mm.

Paukenhöhle eröffnet:

Vom Gehörgang + 0 und — ½ mm (letztere Bewegung tritt bald auf, bald verschwindet sie); auch von der Tuba ist noch eine schwache Bewegung zu erzeugen [2]).

Der obige Fühlhebel auf dem Hammer macht bei positivem Druck im Gehörgang eine Auswärtsbewegung von 3, bei negativem eine Einwärtsbewegung von 7 mm. Der gleiche Fühlhebel auf dem Ambos von 1 und 4 mm.

Die Beweglichkeit von Hammer und Ambos ist somit zwar gegen die Norm, insbesondere für den Hammer, bedeutend beschränkt, aber nicht aufgehoben.

Dagegen erweist sich nach Durchtrennung des Ambosstapesgelenkes und Durchsägung der Paukenhöhle das Steigbügelköpfchen für die Sonde beiderseits als vollkommen unbeweglich.

Rechts, wo das Labyrinth weggesägt wurde, konnte die Fixation des Steigbügels auch von der Fussplatte her konstatirt werden.

Ich lege Ihnen zunächst das letztere Präparat hier vor, und Sie können sich auch noch am macerirten Knochen davon überzeugen, dass die Fussplatte im ovalen Fenster festsitzt. Die Fussplatte befindet sich mit ihrem vorderen Theile in Auswärtsstellung. Wenn Sie das Präparat von innen her mit der Loupe betrachten, so erscheint die knöcherne Vorhofswand in der nächsten Umgebung der Steigbügelfussplatte, insbesondere nach vorne und unten von derselben, uneben, höckerig, unter der Loupe etwas porös und von mehr weiss-grauer Farbe als der umgebende Knochen. Im ganzen vorderen Drittel der Stapesplatte ist ihre Verwachsung mit der Umrandung des Fensters deutlich sichtbar.

Ueber die histologische Beschaffenheit der Ankylose haben uns

---

1) Diese Bewegungen waren bedingt durch Hebung und Senkung des Flüssigkeitsspiegels innerhalb der Paukenhöhle und den dadurch hervorgerufenen wechselnden Druck auf die Membran des runden Fensters.

2) Diese sämmtlichen Bewegungen sind wie rechts zu erklären.

Serienschnitte aufgeklärt, zu welchen das andere, linke Schläfenbein verwendet wurde.

Schon makroskopisch ist an den herumgegebenen Schnitten zu erkennen, dass die Nische des ovalen Fensters von oben her eine Verengerung durch Knochenneubildung erfahren hat. Es findet sich hier in der äusseren Labyrinthwand ein schon durch seine abweichende Tinktion (mit Hämatoxylin hellere, mit Ammoniak-Karmin dunklere Färbung, als der umgebende Knochen zeigt) grösstentheils scharf abgegrenzter Knochenkern (cf. Taf. I, Abbild. 1). An einzelnen Stellen sind wirkliche Spalten zwischen ihm und der normalen Knochensubstanz entstanden.

Die Fussplatte des Steigbügels wird von dem neugebildeten Knochen grösstentheils umfasst und ist theilweise selbst der gleichen Umbildung verfallen (cf. Taf. I, Abbild. 2). Nach oben erstreckt sich dieser Knochenkern bis zum Facialiskanal, dem Semicanalis pro tensore tympani, dem Kanal für die Nerven des Vorhofes und der beiden oberen Ampullen, ferner bis an den Vorhof selbst und zwischen die erste und zweite Windung der Schnecke, wo er überall in grösserer Ausdehnung das Periost erreicht, aber die Form der Höhlungen unverändert gelassen hat. Nur in die Nische des ovalen Fensters hinein bildet er von oben eine starke Hervorragung, auch der Nervenkanal für den äusseren Bogengang erscheint durch ihn etwas verengert.

Der umgewandelte Knochen besteht zum grössten Theil aus jungem osteoiden Gewebe mit vielen sehr zellenreichen Markräumen; besonders auffällig sind in demselben die in reichlicher Menge vorhandenen Riesenzellen, welche zahlreiche Kerne einschliessen. Zum geringeren Theil besteht er aus spongiöser Substanz, welche an Stelle der sonst in dieser Lokalität vorhandenen kompakten Substanz getreten ist. Die Grenze zwischen osteoider und spongiöser Substanz ist keine scharfe, und die letztere zellenärmere scheint ein späteres Entwicklungsstadium der ersteren darzustellen. Die jüngere, osteoide Substanz findet sich besonders auf der Labyrinthseite, die ältere, spongiöse, auf der Paukenhöhlenseite. Doch ist auch der Nischenrand des ovalen Fensters theilweise von osteoider Substanz gebildet. Da, wo die osteoide Substanz das Periost erreicht, haben die Riesenzellen vielfach ausgefressene Lakunen gebildet.

An drei Stellen der Fensternische greift der umgewandelte Knochen auf die Stapesfussplatte selbst über und ist mit derselben verwachsen. Die umfangreichste und dickste dieser Verwachsungen nimmt etwas mehr als die vordere Hälfte ihres oberen Randes ein. Der Rand der Fussplatte ist hier auf seiner tympanalen Seite durch Knochenneubildung um das 8—10 fache verdickt. Die anderen beiden Verwachsungen, von denen die eine hinten, die andere unten im Ringband sich

befinden, lassen sich nur durch wenige Schnitte verfolgen und nehmen nicht die ganze Dicke des Ringbands ein. Nur in einem einzigen Schnitt ist die obere und untere Verwachsung gleichzeitig getroffen. Die Verwachsungen selbst bestehen aus spongiöser Substanz, nur die grösste derselben weist an ihren Rändern auch osteoides Gewebe auf.

Der Knorpelbelag, welcher sich normal sowohl am Rand der Fussplatte als am Rand der Fensternische befindet, fehlt nicht nur an den Verwachsungsstellen, sondern auch sonst allenthalben am Nischenrand, mit Ausnahme seines hintersten Theiles. An der Innenfläche der Fussplatte ist der Knorpel in grösserer Ausdehnung vorhanden, zeigt aber sowohl in seiner Tinktion als im Verhalten seiner Zellen Abweichungen von der Norm.

Der untere Theil der Nische wird ebenfalls zum Theil von umgewandelter Knochensubstanz gebildet. Dieselbe besitzt hier eine sehr unregelmässige stark ausgefressene Umrandung, so dass das Ligamentum annulare hier um das Mehrfache verbreitert erscheint.

Das Periost der Pelvis ovalis ist stark verdickt durch Zunahme seiner bindegewebigen Elemente. Beide Schenkel des Steigbügels und zwar der vordere nur im tiefsten Theil der Nische, der hintere in seiner ganzen Ausdehnung sind mit der Nischenwand durch derbes Bindegewebe verwachsen.

Auf der Labyrinthseite der Fussplatte ist das Periost nicht wesentlich verdickt und, wie erwähnt, auch der Knorpel grösstentheils erhalten.

Die in Folge der frischen terminalen Mittelohreiterung eingetretenen Veränderungen der Paukenhöhlenschleimhaut beschränken sich auf deren oberflächliche Schicht, welche mässig entzündlich infiltrirt und geschwellt, theilweise mit Eiter belegt erscheint.

Die Periostschicht der Schleimhaut in den übrigen Theilen der Paukenhöhle mit Ausnahme der Pelvis ovalis ist frei von Entzündung und zeigt keine Veränderungen, welche auf Sklerose zu deuten wären.

Hammer-Ambos- und Ambos-Stapesgelenk bieten ebenfalls keine Veränderungen. Der M. tensor tymp. erscheint atrophisch, der M. stapedius dagegen wohl entwickelt. Die Membran des runden Fensters ist, abgesehen von der leichten entzündlichen Verdickung ihrer Schleimhautschichte, normal.

Auch das Labyrinth zeigt Veränderungen geringeren Grades. Im Meatus auditorius int. sowohl zwischen den Nervenfasern als auch auf und in dem sonst gesunden Periost finden sich geschichtete Körperchen.

Die Lamina spiralis ossea der Schnecke enthält in direkter Nachbarschaft des runden Fensters gar keine Nervenfasern, und im weiteren Verlauf der 1. Windung besteht eine mässige, sich successive verlierende quantitative Atrophie des Nerven. Eine Spur von Atrophie scheint

auch noch in einer Strecke der 2. Windung vorhanden zu sein, da die Nervenbündel den Raum zwischen den beiden Knochenblättern nicht ganz vollständig ausfüllen. Im Ganglion spirale findet sich eine dem Verhalten der Nervenverzweigung entsprechende Abnahme der Ganglienzellen. Wirkliche Lücken, wie sonst öfters bei Atrophie des Nerven, sind weder in der Lamina spiralis ossea noch im Rosenthal'schen Kanal vorhanden, indem kernarmes Bindegewebe den Ersatz bildet. Die restirenden Nervenfasern färben sich gut nach der Weigert'schen Methode. Das Corti'sche Organ hat sich erhalten, dasselbe erscheint in der ganzen 1. Windung bedeutend niedriger als normal, und die Zellen sind hier nicht differenzirbar; im Vorhofstheil der Schnecke sind auch die Corti'schen Pfeiler nicht zu erkennen; in dem Theil der 2. Windung, in welchem der Nerv etwas an Umfang verloren hat, erscheint dagegen das Corti'sche Organ normal. Auch die übrigen Gebilde des Ductus cochlearis bieten normales Verhalten, mit Ausnahme allenfalls des Ligamentum spirale, welches in den beiden obersten Windungen zellenarm erscheint.

Die Nervenbündel für die Ampulle des äusseren Bogengangs sind etwas dünner, wahrscheinlich in Folge des Drucks durch den neuangebildeten Knochen. Die Nerven für die beiden anderen Bogengänge und den Vorhof sind von normaler Dicke. Ausser vereinzelten hyalinen Kugeln im Epithel der Ampullencrista für den hinteren und oberen Bogengang und in der Macula des Utriculus zeigen die häutigen Bogengänge und Säckchen ebenso wie die beiden Aquaeductus keine Abweichungen.

Als Hauptursache für die hochgradige Schwerhörigkeit im Leben hat sich also auf beiden Seiten eine knöcherne Verwachsung zwischen einem Theil der Steigbügelfussplatte und der Pelvis ovalis gefunden. Dieselbe ist zu Stande gekommen durch eine scharf umschriebene chronisch entzündliche Erkrankung des Knochens in der Umgebung der Fussplatte und in dieser selbst, welche einen Theil der äusseren Labyrinthwand einnimmt und nach ihrem mikroskopischen Verhalten, wenn nicht im Knochen selbst, wahrscheinlich vom Periost der Nische des ovalen Fensters ihren Ausgang genommen hat[1]).

[1]) Einen wie es scheint ganz analogen Fall von Knochenerkrankung hat Habermann in Schwartzes Handbuch (I, p. 249 und 250, Fig. 3, 4 und 5) als Exostose in der Nische des runden Fensters und der basalen Schneckenwindung mit gleichzeitiger Synostose der Steigbügelbasis beschrieben und abgebildet, in welchem der Knochenprozess, nach der Abbildung (p. 250) zu schliessen, sich ziemlich an der gleichen Stelle abgespielt hat, wie in unserer Beobachtung.

Die im Anfang der ersten Windung vorgefundene Nerven-Atrophie stimmt mit dem im Leben vorhandenen Ausfall am oberen Ende des Galton-Pfeifchens überein.

Das Gegenstück zu dem obigen Fall bildet der folgende:

Elise W., Köchin, 30 Jahre alt, hat nach Angabe ihrer Dienstfrau bereits früher sehr schlecht gehört. Die Kranke ist seit circa 14 Tagen an Typhus abdominalis erkrankt, und ihre Schwerhörigkeit hat seitdem noch weiter zugenommen.

Die 3 Wochen vor dem Tode vorgenommene funktionelle Untersuchung des Ohres, während deren die Kranke trotz etwas benommenen Sensoriums bei wiederholter Prüfung gut übereinstimmende Angaben machte, ergab folgenden Befund: Trommelfell beiderseits, abgesehen von einer mässigen Trübung im Umbo, normal.

Konversspr.	rechts 6 cm („5“).
	links nicht.
Untere Tongrenze	rechts Cis,
	links D.
Obere Tongrenze	rechts Galton 2,2,
	links b^1.

Auch die stark klingenden Lucae'schen Stimmgabeln c^4 und fis^4 werden bei Verschluss des rechten nicht gehört, ein Beweis, dass für dieselben auch auf der rechten Seite das Hörvermögen herabgesetzt ist.

Die Stimmgabel a^1 wird weder vom Scheitel noch von beiden Warzenfortsätzen gehört.

Rechts, wo diese Stimmgabel per Luftleitung gehört wurde, war also Rinne's V. + t.

Wie aus den oben mitgetheilten Tongrenzen hervorgeht, waren auf der linken Seite nur mehr etwas über $1^1/_2$ Oktaven vorhanden, welche im mittleren Theil der musikalisch verwertheten Skala lagen. Knochenleitung fehlte vollständig.

Diagnose: Nervöse Schwerhörigkeit beiderseits:

Der allgemeine Sektionsbefund lautete: Typhus abdominalis, 5. Woche mit zahlreichen Geschwüren im unteren Ileum, frische vereinzelte nekrotische Geschwüre im oberen Ileum (Recidive), ältere nekrotische Keile in der Milz und beiden Lungen, letztere theilweise in brandigem Zerfall. Sekundäre seröseitrige und fibrinöse Pleuritis links. Multiple Hautabcesse, Milztumor. Septicopyämie.

Nur das linke Schläfenbein wurde untersucht.

Auch in diesem Fall waren seit der im Leben vor 3 Wochen vorgenommenen Untersuchung Veränderungen am Trommelfell eingetreten. Dasselbe erscheint im vorderen oberen Quadranten und der unteren Hälfte leicht gelblich getrübt, der normale Reflex nur ganz verschwommen angedeutet.

Auf dem Tegmen tymp. viele durchscheinende Knochenzellen, theilweise von blauröthlicher Farbe. N. R. R. Rosenmüller'sche Grube schiefrig blauröthlich, mit zähem Schleim bedeckt. Tubenostium weit und blass.

Bei der Eröffnung des oberen Halbzirkelkanals für die manometrische Untersuchung wurde auch hier gleichzeitig eine benachbarte Knochenzelle er-

öffnet, aus welcher sich bei Druck auf den Gehörgang gelbliches Serum zugleich mit Luftblasen entleerte.

Manometrische Untersuchungen (nach Verkittung dieser Zelle).

Bei Druck sowohl auf den Aq. cochleae als vest. steigt die Flüssigkeit im Labyrinthmanometer. Bei Druck auf den Porus acusticus int. zeigen sich keine Bewegungen.

Paukenhöhle uneröffnet:

Vom Gehörgang { bei positivem Druck + 2 mm
bei negativem Druck — 4 mm } im Labyrinthmanometer.

Sprechen von „p" und Saugen in der nächsten Nähe der Schlauchöffnung erzeugen eine positive und eine negative Bewegung von je $1/2$ mm.

Von der Tuba lässt sich eine positive Bewegung von 4 und eine negative Bewegung von 6 mm erzeugen (rundes Fenster).

Paukenhöhle eröffnet durch Entfernung des Tegmen tymp.:

Einblasung durch die Tuba entleert ziemlich viel schleimigeitriges Sekret aus dem eröffneten Tegmen tymp.; hierauf

vom Gehörgang { bei positivem Druck + $1/4$ mm
bei negativem Druck — $2 1/4$ mm.

Beim Sprechen von „p" in der Nähe des Schlauchs + Spur,
Beim Saugen in der Nähe des Schlauchs — $3/4$ mm.

Mit dem Fühlhebel auf Hammer und Ambos wurde nicht untersucht.

Bei der weiteren anatomischen Untersuchung findet sich nach Durchsägung des Mittelrohrs sowohl am Boden der Paukenhöhle als im Antrum eitriges Sekret, welches das letztere ziemlich ausfüllt. Die Schleimhaut sowohl der Paukenhöhle, als die der Gehörknöchelchen, als auch im Antrum und den direkt anschliessenden Zellen zeigt eine mässig starke Gefässramifikation und Schwellung. Eine weit peripher in der Nachbarschaft der Incisura mastoidea liegende grössere Zelle zeigt dagegen normale blasse Schleimhaut und ist leer.

An der peripheren Zone des Trommelfells, das nur am Umbo eine leichte, radiäre Injektion trägt, liegt eitriges Sekret auf und bedingt die leichte Gelbfärbung seiner Aussenfläche. Die knöcherne Tuba ist an ihrem Boden etwas injicirt, die knorplige blass.

Das Steigbügelköpfchen erweist sich bei der Sondirung als normal beweglich.

Die nachträgliche mikroskopische Untersuchung des Präparates in Schnittserien ergab folgenden Befund:

Die Schleimhaut des Mittelohres ist stärker entzündlich infiltrirt als im vorausgehenden Fall. Ambossteigbügelgelenk, Steigbügel-Vestibular-Symphyse und Membran des runden Fensters sind normal.

Periost des Meatus auditorius internus, abgesehen von sehr wenigen geschichteten Körperchen, unverändert.

In der Schnecke findet sich eine ähnliche quantitative Atrophie der Nervenfasern innerhalb der Lamina spiralis ossea wie im vorausgehenden Falle; dieselbe ist jedoch bedeutend stärker ausgesprochen und weiter ausgebreitet als dort.

Die ausgefallenen Nervenverzweigungen sind auch hier durch kernarmes Bindegewebe ersetzt und die vorhandenen lassen sich nach Weigerts Methode gut färben.

Bei Weitem am Stärksten ist der Nervenschwund in der 1. Windung und reicht hier viel weiter in der Schnecke hinauf als im ersten Fall. In der 2.

und 3. Windung ist die Atrophie nur stellenweise vorhanden und in der Spitze tritt sie nur mehr bei genauerer Untersuchung hervor. Die Abnahme der Nervenfasern von der Kuppel bis zur Basalwindung ist keine gleichmässige, sondern es wechseln schwächere und stärkere Atrophie an den verschiedenen Stellen. Aehnlich verhalten sich die Ganglienzellen im Rosenthal'schen Kanal. In der ganzen I. Windung finden sich in den Schnitten nur einzelne wenige Ganglienzellen, während in der 3. Windung eine Atrophie des Ganglion spirale überhaupt nicht nachweisbar ist.

Die Gebilde des Ductus cochlearis sind an vielen Stellen schlecht erhalten, so dass über das Corti'sche Organ nichts Bestimmtes auszusagen ist. Das Ligamentum spirale zeigt im Anfangstheil der 1. Windung Abweichungen, indem sein der Aussenwand anliegender Theil verschmälert und der in die Lamina spiralis übergehende Theil stark in das Innere des Schneckenkanals ausgezogen ist; in einem grossen Theil der 2. und 3. Windung weist dasselbe Zellenarmuth und Lückenbildung auf; daneben erscheinen an einzelnen Stellen seine oberflächlichen Lagen derber.

Weiter finden sich noch eine Anzahl von Veränderungen, welche wohl als Reste früherer entzündlicher Vorgänge aufzufassen sind und vielleicht eine Erklärung für den vorliegenden Nervenschwund abgeben können:

Im Anfangstheil der 1. Windung, dort wo das Ligamentum spirale die oben beschriebene Abnormität darbietet, ist die Reissner'sche Membran mit der Stria vascularis und der Prominentia spiralis verwachsen. Im weiteren Verlauf der Basalwindung liegt dem Periost der Lamina spiralis ossea eine dünne Schichte zellenreichen stellenweise pigmentirten Gewebes auf. In der Mitte der 1. Windung erhebt sich ein kurzer, aber ziemlich hoher Knochenkamm mit verdicktem Periost von der Schneckenwand; derselbe befindet sich in der Scala vestib. nahe der Lamina spiralis ossea; innerhalb der 2. Windung findet sich ein ähnlicher Kamm in der Scala tympani unterhalb des Ligamentum spirale. Endlich erscheint an einer Stelle der mittleren Windung der Knochen im Bereich des Ligamentum spirale unregelmässig, theils gewuchert, theils in den oberflächlichen Lagen defekt, so dass der Schneckenkanal hier seine regelmässige Rundung verloren hat. Auch in Vorhof und Bogengängen finden sich Veränderungen. Die Nervenbündel für Utriculus und die drei Bogengänge sind etwas dünner als normal, das Bindegewebe zwischen denselben vermehrt. Das Epithel der Macula des Utriculus ist geschrumpft und schliesst an einer Stelle eine Cyste mit körnigem Inhalt ein. An einer andern Stelle findet sich dem stark geschrumpften Epithel aufliegend eine bindegewebige pigmentirte Schwarte. Das Epithel der Crista des oberen und des äusseren Bogengangs ist gefüllt mit reichlichem feinkörnigen Pigment. In der Macula des Utriculus und auf der Crista der äusseren Ampulle finden sich einige geschichtete Körperchen.

Ueber Nerv und Macula des Sacculus erlauben die Schnitte, welche senkrecht zur Achse der Pyramide gelegt sind, kein sicheres Urtheil.

Die Aquaedukte weisen in ihrem Verlauf keine Veränderungen auf.

Vergleichen wir am Schlusse die beiden Krankengeschichten, so waren in dem ersten Falle die drei Kardinalsymptome, welche von mir als Postulat für die Diagnose einer hochgradigeren Fixation des Schallleitungsapparates aufgestellt worden sind, nämlich negativer Ausfall des Rinne Vs., Verlängerung der Knochenleitung für die tiefen Töne und

Ausfall eines grösseren Stückes der Tonskala an ihrem unteren Ende für die Luftleitung in selten stark ausgesprochenem Maasse vorhanden. Auch ein kleiner Defekt am oberen Theil der Skala, wie er sich in diesem Fall gefunden hat, ist von Anderen und mir bei Sklerose als nicht selten vorkommend konstatirt.

Der zweite Fall bildet funktionell einen scharfen Gegensatz gegen den ersten. Auf dem zur Sektion gekommenen Ohre war im Leben nur mehr ein kleines Stück in der Mitte der Skala für die Luftleitung erhalten, die Knochenleitung fehlte ganz und der Rinne'sche Versuch, der allerdings nur auf dem anderen Ohre zu machen war, fiel positiv aus.

Der Sektionsbefund entsprach in beiden Fällen unseren Voraussetzungen. — Die Fixation des Schallleitungsapparates im ersten Fall war bedingt durch eine knöcherne Ankylose der Steigbügelfussplatte, welche einen beträchtlichen Theil des Ligamentum annulare einnahm.

Die als nervös diagnosticirte Schwerhörigkeit im zweiten Falle fand wenigstens theilweise ihre anatomische Erklärung durch die Nervenatrophie in der 1. und 2. Schneckenwindung.

Beide Fälle können ferner als weiteres Beweismaterial für die Richtigkeit der Helmholtz'schen Theorie gelten. Allerdings hätten wir im zweiten Fall die gleich vollständige Atrophie wie in der 1. auch in der 3. Windung erwarten dürfen. In dieser Beziehung sei einerseits daran erinnert, dass Veränderungen am Corti'schen Organ, welches im zweiten Fall schlecht konservirt war, unserer Beobachtung entgangen sein können; andererseits wäre auch eine centrale Ursache für den Ausfall des unteren Theils der Skala denkbar.

Als direkter Gegenbeweis gegen die Theorie von Helmholtz könnte nur eine an der Leiche gefundene Nervenatrophie in einer Strecke der Schneckenskala und andererseits ein früher im Leben konstatirtes gutes Hörvermögen in demjenigen Bereich der Tonskala betrachtet werden, welcher nach Helmholz dieser Strecke entspricht.

Beide Fälle illustriren die Nothwendigkeit der Prüfung des Ohres mit der kontinuirlichen Tonreihe und ferner der Vergleichung von Luft- und Knochenleitung für eine wissenschaftliche Verwerthung der funktionellen Untersuchung am Krankenbett und des bei der Obduktion sich ergebenden Befundes.

Als pathologisch-anatomisch von Interesse verdient im ersten Falle die scharf umschriebene chronische Ostitis in der äusseren Labyrinthwand als Ursache für Stapesankylose hervorgehoben zu werden.

Betreffs der in beiden Fällen vorgefundenen terminalen Mittelohreiterung ist noch das Vorhandensein von Serum in einem Theil und von eitrigem Sekret in einem anderen Theil der Mittelohrräume zu erwähnen, während ein weiter entlegener Theil der Zellen ganz leer gefunden wurde.

Die manometrische Untersuchung konnte in Folge dieser terminalen Erkrankung in beiden Fällen keine eindeutigen Resultate geben. Doch fielen die letzteren so aus, dass sie unserem Verständniss keine Schwierigkeiten bieten, welche durch die vorliegende Komplikation nicht ihre befriedigende Erklärung fänden.

Erklärung der Tafel I zu Fall I (Stapesankylose).

Fig. 1 (schwache Vergrösserung).

Vertikaler Schnitt durch die äussere Labyrinthwand vor der Pelvis ovalis und durch die I. und II. Schneckenwindung.

Der erkrankte Knochen ist sowohl durch seine blassere Färbung (Hämatoxylinpräparat) als theilweise durch wirkliche Abspaltung vom umgebenden normalen Knochen scharf geschieden. Eine kleinere gegen die Paukenhöhle gerichtete Partie ist spongiös mit reichlichen Markräumen. Der grössere zwischen I. und II. Schneckenwindung sich einschiebende Theil besteht aus osteoider Substanz mit zahlreichen Riesenzellen und vollständiger Ausfüllung der reichlichen Markräume mit Zellen. Da wo der pathologische Knochenkern die II. Schneckenwindung erreicht, finden sich 2 Lacunen; in der einen derselben liegt noch eine Riesenzelle, die andere ist leer. Das Periost der Paukenhöhlenseite ist stark verdickt und gefässreich, die oberflächliche Schleimhautschicht mit Eiterzellen infiltrirt (terminale Otitis media purulenta acuta).

Fig. 2 (die gleiche Vergrösserung).

Vertikaler Schnitt durch die Pelvis ovalis und die Fussplatte des Steigbügels (Karminpräparat, daher dunklere Färbung des kranken Knochens). Oberer Theil der Fussplatte sehr stark verdickt, in die spongiöse Knochenumwandlung mit einbezogen und durch eine breite Brücke mit dem Rand der Pelvis ovalis verwachsen (reichliche Markräume). Knorpel überzieht nur die Innenfläche der Fussplatte. Am unteren Rand der Fussplatte ist der ebenfalls pathologisch umgewandelte Rand der Pelvis ovalis stark ausgefressen und rareficirt, so dass das Ligamentum annulare um das Mehrfache verbreitert erscheint. Nach oben reicht der pathologische Knochenkern bis zum Kanal für die Nerven des vestib. und der beiden oberen Ampullen. Periost in der Pelvis ovalis stark, auf der Labyrinthseite der Fussplatte nicht wesentlich verdickt.

IX.

Ein weiterer im Leben diagnostizirter Fall von doppelseitiger Steigbügelankylose mit Sektionsbefund, manometrischer und histologischer Untersuchung[1].

Mit 3 Abbildungen auf Taf. II.

(Die histologische Untersuchung wurde wie im vorigen Falle von Dr. Scheibe ausgeführt.)

Bei den funktionellen Hörprüfungen, wie ich sie seit Jahren durchgeführt und allmählich nach verschiedenen Richtungen vervollkommnet habe, steht mir noch ein weiteres und höheres Ziel vor Augen, als bloss unsere Diagnostik der Erkrankungen des Ohres zu unterstützen und zu verfeinern.

Abgesehen von der Schwierigkeit, die einzelnen Theile des Gehörapparates beim Thiere durch experimentelle Eingriffe auszuschalten, können wir von Hörprüfungen bei Thieren überhaupt und insbesondere von qualitativen Hörprüfungen zuverlässige Resultate niemals erwarten.

Welche Fülle von interessanten Hörstörungen bietet uns dagegen unsere alltägliche klinische Beobachtung des menschlichen Gehörorgans!

Die Verhältnisse für die funktionelle Prüfung liegen für das menschliche Gehörorgan sogar noch günstiger als für die anderen Sinnesorgane (das Auge mit eingeschlossen), weil wir dasselbe auf zwei verschiedenen Wegen, sowohl durch Luft- als durch Knochenleitung, prüfen und die erhaltenen Resultate für jeden Ton mit einander vergleichen können. Seit der Einführung der aus reinen Tönen zusammengesetzten kontinuirlichen Tonreihe sind wir im Stande, die Funktion des Gehörorganes

1) Zeitschrift für Ohrenheilk. XXVI, 1894. — Vortrag gehalten in der III. Versammlung der deutschen otologischen Gesellschaft zu Bonn.

vollkommen zu analysiren, und von den charakteristischen Störungen, wie sie den verschiedenen Veränderungen am Schallleitungsapparat eigen sind, bis zu den im Labyrinth zu suchenden einfachen und mehrfachen Lücken und Inseln haben wir bereits eine ganze Reihe von immer in gleicher Weise wiederkehrenden partiellen Defekten des menschlichen Hörbereiches kennen gelernt.

In vielen Fällen wird es uns auch möglich, die Substrate zu finden, welche diesen Defekten zu Grunde liegen. Für die Hördefekte, welche durch Zerstörungen oder Fixation an verschiedenen Stellen des Schallleitungsapparates bedingt werden, sind wir nicht selten im Stande, schon am Lebenden durch die Spiegeluntersuchung die jeweils zu Grunde liegenden Veränderungen zu konstatiren, ja wir können dieselben sogar zum Theil auf operativem Wege hervorrufen durch Entfernung oder Durchtrennung einzelner seiner Theile, künstliche Trommelfellöffnung, Durchschneidung der Binnenmuskelsehnen, Entfernung der Gehörknöchelchen inkl. des Steigbügels etc. Bei intaktem Trommelfell oder Lokalisation an den Labyrinthfenstern, ebenso wie bei Erkrankungen im Labyrinth selbst, können uns nur allmählich anzusammelnde Sektionsbefunde von Fällen Aufklärung verschaffen, welche im Leben einer genauen funktionellen Prüfung unterworfen worden sind.

Dies ist der Weg und nach meiner Ueberzeugung der einzige Weg zum Aufbau einer Physiologie des Ohres, welche eine bei unserem gegenwärtigen klinischen Wissen befriedigende Einsicht auch in die bewunderungswürdigen Leistungen des normalen Gehörorganes gewähren kann.

Seit Jahren habe ich es für eine der wichtigsten Aufgaben gehalten, alle diejenigen klinischen Beobachtungen zu sammeln, welche genügend eindeutige Verhältnisse bieten, um eine physiologische Verwerthung finden zu können. Auf der letzten deutschen Otologenversammlung habe ich Ihnen einen Sektionsfall von knöcherner Ankylose des Steigbügels mit vorausgegangener genauer Hörprüfung vorgelegt. Heute kann ich demselben einen neuen analogen Fall anreihen.

Der Cand. chem. Emil R., 24 Jahre alt, wurde am 4. X. 1888 von mir untersucht. Seine Schwerhörigkeit war seit dem 17. Jahre bemerkt worden und war mit kontinuirlichem Sausen verbunden. Ein Bruder und eine Schwester hören schlecht.

Das linke Trommelfell ist normal, das rechte in seiner unteren Hälfte von einer atrophischen Narbe eingenommen.

Hörweite für Flüstersprache { rechts 6 cm
links 25 cm

Die unbelastete Stimmgabel A klingt vom Scheitel ins linke (!) und um

15 Sek. verlängert, a¹ vom Scheitel ebenfalls ins linke (!), die Perceptionszeit wurde nicht gemessen.

Rinne's Versuch mit A ergab beiderseits — ϑ.

Rinne's Versuch mit a¹ { rechts — 10 Sek.
links — 9 Sek.

Untere Tongrenze: C^{-1} bis F^{-1} wurden per Luftleitung nicht percipirt.

Die Diagnose lautete auf Sklerose, als deren Hauptsubstrat längst die Ankylose des Stapes für mich feststeht.

Die kontinuirliche Tonreihe war damals noch nicht von mir zusammengestellt, und es konnte daher nur festgestellt werden, dass Pat. meine Stimmgabel C^{-1} bis F^{-1} per Luftleitung nicht mehr hörte. Der Defekt erstreckte sich aber nach allen meinen Erfahrungen bis zum unteren Ende der Tonskala und reichte auch höher hinauf; mit dem Galtonpfeifchen war nicht geprüft worden.

Eine sehr willkommene Ergänzung für den obigen Hörbefund bildete daher für mich der ganz analoge Verhältnisse bietende Hörbefund bei seinem 2 Jahre später mit der kontinuirlichen Tonreihe von mir untersuchten 21jährigen Bruder Otto R., den ich hier folgen lasse:

Trommelfelle, abgesehen von radiärer Streifung des dreieckigen Reflexes normal.

Flüstersprache { rechts 35 cm
links 25 cm.

(Das linke Ohr hatte also zufällig genau die gleiche Hörweite bei beiden Brüdern, so dass eine Vergleichung um so mehr zulässig ist.)

Stimmgabel A vom Scheitel + 18 Sek.

Rinne's Versuch mit a¹ { rechts — 7 Sek.
links — 10 Sek.

Untere Tongrenze { rechts Cis
links F.

Obere Tongrenze Galtonpfeifchen { rechts 2,1
links 2,0.

Aehnliche Hörgrenzen dürfen wir auch, wenigstens für das linke gleich weit hörende Ohr, bei dem Bruder annehmen. Auf der rechten schwerhörigeren Seite waren die Grenzen jedenfalls noch weiter in den normalen Hörbereich hereingerückt.

Bei den beiden Brüdern hat sich die Trias von funktionellen Symptomen gefunden, welche mir als charakteristisch für Fixation des Steigbügels gilt: Verlängerung der Knochenleitung für die tieferen Töne, stark ausgesprochen negativer Ausfall des Rinne'schen Versuchs und grösserer Defekt am unteren Ende der Skala für die Luftleitung, bei dem älteren Bruder lag ausserdem rechts eine grössere Narbe im Trommelfell vor, welche einen früheren Eiterungsprozess annehmen lässt, der aber längst abgelaufen sein musste, da keine Erinnerung daran mehr bestand.

Fünf Jahre nach der Untersuchung erlag der ältere Bruder einer profusen Hämoptoë im Verlaufe von Phthisis pulmonum, und ich erhielt, Dank der Vermittlung des Hausarztes Dr. Schäzler die Gelegenheit, beide Gehörorgane zu obduziren.

Eine weitere Abnahme seines Hörvermögens im Laufe der letzten 5 Jahre war weder Diesem noch seinen Angehörigen aufgefallen.

Makroskopischer Sektionsbefund.

Rechts: Die untere Hälfte des Trommelfells ist von der im Leben bereits gesehenen Narbe eingenommen; dieselbe hat eine nierenförmige Gestalt mit scharfer Begrenzung, ist durchsichtiger und hält sich vollständig im Niveau des übrigen Trommelfells, dessen obere Hälfte weisslich getrübt ist.

Die Paukenhöhle findet sich frei von Sekret, ihre Schleimhaut blass, im Antrum vielleicht etwas trüber. Auf der Innenseite des Trommelfells ragt das unterste Ende des Hammergriffes als freier, von Schleimhaut überzogener Zapfen aus dem Trommelfell hervor.

Die Schenkel des Steigbügels sind von auffallender Zartheit, auch fehlt die Membrana obturatoria zwischen denselben. Bei der Sondirung erweist sich der Steigbügel als vollständig unbeweglich; seine Schenkel brechen bei ganz leichtem Druck von vorne auf das Köpfchen ab. Die Fussplatte kontrastirt durch ihre weissliche Farbe gegen die umgebende Innenwand der Paukenhöhle.

Der Warzentheil ist (entsprechend der früheren Eiterung) sklerotisch, das Antrum zeigt nur wenige Zellenlöcher und kein Balkenwerk.

Die Tube war wegen Knickung schwer zu sondiren und enthielt etwas glasigen Schleim, ihre Schleimhaut erschien normal.

Links war die Paukenhöhle ebenfalls leer, die Schleimhaut normal, ebenso das Trommelfell, Hammer und Ambos. Die auch hier auffällig dünnen Schenkel des Steigbügels brachen beim Transport schon durch die Aufeinanderlegung der Präparate ab. Auch hier fehlt die Membrana obturatoria. Die Fussplatte kontrastirte wie rechts durch ihre weissliche Farbe gegen den umgebenden Knochen und war für die Sonde völlig unbeweglich.

Manometrische Untersuchung.

Der Eröffnung der Paukenhöhle war auch in diesem Falle auf der rechten Seite[1]) die manometrische Untersuchung vorausgeschickt worden, welche Folgendes ergab:

Paukenhöhle uneröffnet: Luftinsufflation durch einen in den Gehörgang eingesetzten Schlauch lässt die Flüssigkeit im Labyrinthmanometer um $^1/_3$ mm steigen und Ansaugen der Luft um etwas über $^1/_2$ mm fallen. Luftverdichtung durch die Tuba ergibt 2 mm Steigen und Luftverdünnung 2 mm Sinken (die Kanüle konnte nicht luftdicht eingesetzt werden, weil die knorpelige Tuba bei der Herausnahme etwas einge-

---

1) Das linke Schläfenbein war behufs Schonung des Schädels ohne Mitnahme der äusseren Knochenwand herausgenommen worden und eignete sich daher nicht zur manometrischen Untersuchung.

schnitten worden war; desshalb fiel die Bewegung von der Tuba her zu klein aus).

Paukenhöhle eröffnet: Luftinsufflation in den Gehörgang wie Ansaugung der Luft erzeugen jetzt im Labyrinthmanometer keine Spur von Bewegung mehr) also hatte die Bewegung bei geschlossener Paukenhöhle ausschliesslich dem runden Fenster angehört).

Der auf den Hammerkopf aufgekittete Fühlhebel von 10 cm Länge ergab vom Gehörgang aus bei Luftverdichtung eine Auswärtsbewegung von 1 mm und bei Luftverdünnung eine Einwärtsbewegung von 10 1/2 mm; der gleiche Fühlhebel auf dem Körper des Ambos 1/8 mm und 2 mm.

Also auch die manometrische Untersuchung hatte eine absolute Bewegungslosigkeit der Steigbügelfussplatte und eine Beschränkung auch in der Bewegung von Hammer und Ambos ergeben, die vielleicht zum Theil durch den früher vorausgegangenen Eiterungsprozess bedingt war, aber auch schon in der Feststellung des Stapes allein ihre genügende Erklärung finden konnte.

Histologische Untersuchung.

Diesmal wurden beide Schläfenbeine erweicht und in fortlaufende Schnittserien zerlegt. Die Schnitte wurden vertikal und senkrecht auf die obere Kante der Pyramide geführt.

Die Paukenschleimhaut ist links normal, rechts insbesondere auf dem Promontarium etwas verdickt, kernärmer und enthält weniger Blutgefässe. Ihr Epithel erscheint flacher.

Die Anzahl der Muskelfasern im M. tensor tympani ist beiderseits geringer. Der M. stapedius zeigt sich links ziemlich gut, rechts schwach entwickelt. Die Querstreifung erscheint in beiden Muskeln stellenweise undeutlicher.

Im Hammer-Ambosgelenk, welches nur rechts geschnitten wurde, lässt sich der Meniscus durch das ganze Gelenk verfolgen. Die Gelenkfläche des Steigbügelköpfchens ist beiderseits unverändert. Ebensowenig bietet die Membran des runden Fensters beiderseits eine Abweichung.

Sehr auffällige Veränderungen finden sich dagegen auf beiden Seiten an der Stapedio-Vestibularsymphyse. Schon mit dem blossen Auge sieht man an den Schnitten eine geringere Verdickung des Knochens am Rande der Pelvis ovalis und eine sehr bedeutende Verdickung an der Fussplatte des Steigbügels. Die Auflagerung in der Pelvis ovalis besteht aus markarmem spongiösen Knochen und erstreckt sich im linken Ohr nur auf die nächste Umgebung des unteren Randes, rechts dagegen nimmt sie das ganze Promontorium bis zur Nische des runden Fensters

ein und greift auch in geringerer Ausdehnung auf den oberen Rand des ovalen Fensters über. Der Uebergang der spongiösen Substanz in das normale kompakte Gewebe ist kein scharfer.

Auch die Verdickung der Fussplatte ist rechts stärker ausgesprochen und erreicht theilweise das Fünffache des Normalen. Sie erstreckt sich beiderseits auf die Fussplatte in ihrer ganzen Ausdehnung, ist jedoch in der Mitte stärker als am Rand; an der Verdickung ist nur die Paukenhöhlenseite der Fussplatte betheiligt; hier finden sich auch Höcker, welche schon makroskopisch sichtbar waren, während die Labyrinthseite glatt ist. Im Ganzen präsentirt die Fussplatte auf dem Durchschnitt somit die Form einer Plankonvexlinse, die ihre stark unebene konvexe Seite gegen die Paukenhöhle kehrt.

Auch das Periost ist auf der Paukenhöhlenseite stark verdickt.

Der hyperplastische Knochen, in welchen beiderseits die ganze Fussplatte umgewandelt ist, besteht ebenfalls aus spongiöser Substanz, welche insbesondere links viele Markräume, zum Theil mit einzelnen Riesenzellen, enthält. Sowohl an der Pelvis ovalis als auch an der Fussplatte sind besonders rechts einige Stellen durch grössere Lakunen ausgefressen, welche durch dichtes Bindegewebe ausgefüllt sind[1]). Nirgends findet sich unfertiger Knochen und auch sonst keine Zeichen von noch fortbestehendem Wachsthum.

Die Untersuchung des umgebildeten Knochens auf Tuberkelbacillen ergab in diesem, ebenso wie in dem nachträglich darauf untersuchten früheren Falle Schroll[2]) ein negatives Resultat.

Das Ringband zeigt, wo es noch vorhanden ist, stellenweise dichtere Anordnung seiner Fasern und in den medialen Partieen Körnung.

Der Knorpel hat dort, wo er erhalten geblieben ist, das ist hauptsächlich an der Paukenhöhlenseite der Symphyse, nirgends das normale Aussehen. Seine Zellen sind kleiner, ihr Protoplasma ist dunkler gefärbt und stellenweise fehlen in den Zellen die Kerne.

Die Fussplatte des Steigbügels berührt nicht nur beiderseits in grösseren Strecken die Umrandung des ovalen Fensters, sondern ist zum Theil knöchern mit derselben verwachsen und zwar steht rechts die Fussplatte nahezu mit ihrem ganzen oberen Rande in direkter Berührung mit der Fenestra ovalis, während am unteren Rand grösstentheils noch ein mehr oder weniger verschmälertes Ligamentum annulare vorhanden

---

1) Wenn die Umwandlung in spongiöse Substanz auch auf die Steigbügelschenkel sich fortgesetzt hat, wie wir wohl annehmen dürfen, so haben wir damit eine Erklärung für die so oft und auch hier beobachtete grosse Brüchigkeit derselben bei Steigbügelankylose.

2) cf. Abhandl. VIII, Fall 1.

ist. Der Rand ist hier theilweise besonders stark lakunär ausgefressen. Am hinteren Ende besteht auf kurze Strecke knöcherne Verwachsung.

Links ist ebenfalls der obere Rand der Fussplatte mit Ausnahme seines vorderen Endes allenthalben in direkter Berührung mit dem Fenster und in der Mitte auf eine grössere Strecke knöchern mit ihm verwachsen. Am unteren Rand findet sich eine kurze Berührungsstelle in der Mitte und eine etwas längere rückwärts, welche in die obere direkt überzugehen scheint.

Beiderseits sind die Berührungsflächen, entsprechend der starken Verdickung der Steigbügelfussplatte, stellenweise sehr breit und uneben, so dass ein Gleiten an diesen Stellen auch da, wo keine knöcherne Verwachsung besteht, schwer möglich erscheint.

Fig. I und II, Tafel I, stellen einen vertikalen Schnitt durch die rechte und linke Steigbügelfussplatte dar, der letztere fällt ungefähr durch die Mitte, der erstere etwas rückwärts von der Mitte. Fig. III giebt zum Vergleich einen Durchschnitt in entsprechender Richtung durch eine normale Fussplatte.

Die Schnecke und das übrige Labyrinth erweisen sich beiderseits, so weit die Erhaltung der Elemente ein Urtheil gestattet, als normal; nur erscheint rechts in den Schnitten durch das vestibulare Ende der Schnecke der Nervenfaserzug in der Lamina spiralis ossea an seinen Rändern durchscheinender als auf der anderen Seite.

Als Ursache für die im Leben beobachteten Funktionsstörungen hat sich also hier ganz die gleiche Knochenhyperplasie gefunden, wie in dem Fall, dessen Präparate ich Ihnen vor einem Jahre vorgelegt habe. Im Gegensatz zu dem letzteren erscheint hier der Prozess als ein abgelaufener; nur einzelne spärliche Riesenzellen deuten noch auf die ursprünglichen entzündlichen Vorgänge hin, welche zu der vorliegenden Knochenhyperplasie geführt haben; dagegen fehlt das in jenem Falle reichlich vorhandene junge osteoide Gewebe vollständig, es fand sich nur fertig ausgebildeter Knochen vor, und die Knochenbildung scheint bereits ihr Ende erreicht zu haben.

Ihren besonderen Werth erhält die Beobachtung dieses Falles durch die nahezu ausschliessliche Beschränkung des Prozesses auf den Steigbügel und seine Umrahmung. Links fand sich mit Ausnahme der Pelvis ovalis das ganze Organ auch histologisch normal. Auch die Trommelfellnarbe rechts kann nicht wesentlich in Betracht fallen, denn es finden sich oft genug neben einer solchen, wenn sonst keine weiteren Veränderungen vorliegen, nahezu normale Hörverhältnisse. Die Andeutung von Nervenatrophie im vestibularen Theil der Schneckenwindung würde nach der für uns zu Recht bestehenden Theorie von Helmholtz nur die höchsten Töne betreffen.

Ausser der hochgradigen Erkrankung an beiden ovalen Fenstern sind also weder in der Paukenhöhle, noch im Labyrinth beiderseits Veränderungen vorhanden, welche zur Erklärung der im Leben konstatirten Schwerhörigkeit entfernt ausreichend wären. Der Obduktionsbefund lässt keine andere Deutung zu, als dass der ganze oben geschilderte Symptomenkomplex als der funktionelle Ausdruck des vorliegenden Befundes in der Stapes-Vestibularsymphyse zu betrachten ist.

Meine Herrn! Es sind nunmehr im Ganzen fünf Gehörorgane, an welchen ich nach vorausgegangener Diagnose im Leben durch die Obduktion diesen Zusammenhang nachweisen konnte. Dazu kommt der im Leben genau beobachtete Fall von Katz und noch einige weitere Sektionsfälle anderer Autoren, bei welchen Stapesankylose an der Leiche gefunden wurde und im Leben wenigstens ein negativer Ausfall des Rinne'schen Versuchs konstatirt worden war.

So weit dies auf pathologisch-anatomischem Wege erreichbar ist, halte ich damit die bei meinem ersten Beobachtungsfall[1]) bereits ausgesprochene theoretische Voraussetzung für erwiesen, dass für die jedesmal in gleicher Verbindung wiederkehrenden oben aufgezählten Symptome, wenn sie in der Stärke entwickelt sind wie in allen beschriebenen Sektionsfällen, eine Fixation des Schallleitungsapparates an seiner wirksamsten Stelle, nämlich im ovalen Fenster als die anatomische Grundlage anzunehmen ist.

Die Wirkung dieser Fixation auf den komplizirten Hebelapparat, als welcher die Schallleitungskette mitsammt Trommelfell und Ligamentum annulare aufgefasst werden darf, ist eine rein mechanische, und es ist gleichgültig für dieselbe, ob sie durch Verknöcherung in der Stapes-Vestibularsymphyse, durch Verkalkung des Ringbandes oder durch feste Verlöthungen der Fussplatte des Steigbügels, oder ob sie durch analoge Prozesse zwischen seinen Schenkeln und der Wand der Pelvis ovalis bedingt wird.

Nachträgliche Bemerkung.

In der Wiener medizinischen Presse Nr. 23, 1894, finde ich zum ersten Male einen etwas genaueren Bericht über eine Reihe anatomischer und klinischer Beobachtungen von Politzer, welche derselbe bereits auf den vorjährigen Kongressen in Amerika, auf dem diesjährigen internationalen Kongress in Rom und nunmehr in der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien, Sitzung vom 1. Juni 1894, mitgetheilt hat. Diese

[1]) cf. Abhandl. II.

Beobachtungen Politzer's bilden eine so sehr ins Gewicht fallende Bestätigung meiner eigenen in der vor- und diesjährigen deutschen Otologenversammlung vorgelegten Ergebnisse, dass ich am Besten das oben citirte Referat im Wortlaut hier nachträglich anschliesse:

„Neue anatomische Befunde bei Schwerhörigen."

„Auf Grund von 16 Sektionsbefunden bespricht Politzer eine neue Erkrankungsform des Gehörorgans, welche unter den Symptomen des trockenen Mittelohrkatarrhs mit progressiv zunehmender Schwerhörigkeit verläuft und in der Regel mit unheilbarer Taubheit endet. Diese Erkrankungsform besteht in einer primären Erkrankung der Labyrinthkapsel, welche zu einer Knochenwucherung und Massenzunahme derselben führt. Von dieser Erkrankung werden zumeist jene Partieen der Labyrinthkapsel ergriffen, welche sich in der Nähe der Fenestra ovalis befinden; das neugebildete Knochengewebe greift auf das ovale Fenster und die Stapesfussplatte über und bewirkt fast ausnahmslos die Ankylosirung des Steigbügels. An einer Reihe von Leichenpräparaten demonstrirt Politzer die verschiedenen Stadien dieses Prozesses.

Die erkrankten Knochenpartieen erscheinen vom normalen Gewebe scharf abgegrenzt, durch Karmin stärker tingirt, die stark erweiterten Knochenräume enthalten Bindegewebe, neugebildete Blutgefässe, Riesenzellen und Osteoblasten. Vereinzelte hierher gehörige Befunde, jedoch verschieden von der Deutung des Vortr., liegen von Toynbee, Moos, Katz, Habermann und Bezold vor.

Hinsichtlich der Aetiologie dieser Erkrankungen liess sich bei den meist sehr alten Individuen nichts Bestimmtes konstatiren."

Es ist als eine willkommene Bestätigung unserer Beobachtungen zu bezeichnen, dass ein so erfahrener Untersucher, der zugleich über ein grösseres Material verfügt als wir, zu gleicher Zeit zu Resultaten gelangt ist, welche mit meinen oben und im Bd. XXIV der Zeitschrift für Ohrenheilkunde und den von Scheibe auf der Nürnberger Naturforscherversammlung gemachten Mittheilungen bis auf das Detail übereinstimmen.

Bemerkung zur II. Korrektur für die Zeitschrift für Ohrenheilkunde. Seitdem ist die Originalarbeit Politzer's in dieser Zeitschrift Bd. XXV erschienen, auf welche hier verwiesen werden muss.

X.

Hörvermögen bei doppelseitiger angeborener Atresie des Gehörgangs mit rudimentärer Muschel [1].

Im Verlauf der Jahre habe ich zweimal Gelegenheit gehabt, eine doppelseitige angeborene Atresie des Gehörgangs mit rudimentärer Muschel zu beobachten und in beiden Fällen konnte ich eine eingehende Hörprüfung machen.

Obgleich diese Anomalie im Verhältniss zu ihrem Vorkommen überhaupt nicht so selten doppelseitig beobachtet worden ist, so bietet sich doch selten genug die Möglichkeit, solche Fälle im Leben auf ihre Gehörfunktion zu untersuchen.

Da die Missbildung eine so beträchtliche Hörstörung bedingt, dass nicht mit Flüstersprache, sondern nur mit Konversationssprache geprüft werden kann, so dürfen irgend wie zuverlässige Hörprüfungsresultate bei einseitiger Affektion überhaupt nicht erwartet werden; nur die wenigen zur Beobachtung kommenden doppelseitig betroffenen und im Uebrigen geistig normal entwickelten Individuen lassen eine Analyse ihres Hörvermögens als aussichtsreich erscheinen. Aus diesem Grunde verdienen die beiden folgenden Fälle ein besonderes Interesse.

I. Fall (Beobachtung von 1891).

Max Däntl, 10 Jahre alt, stammt von gesunden nicht mit einander verwandten Eltern und hat zwei gesunde Geschwister.

An Stelle der Muschel existirt beiderseits nur ein Längswulst, rechts von 46, links von 43 mm Länge. Der Knorpel der Helix ist oben stärker entwickelt durchzufühlen; unter demselben befindet sich rechts eine tiefere, links nur eine kleine trichterförmige Grube. Von Gehörgang ist beiderseits keine Spur vorhanden. Warzenfortsatz beiderseits gut entwickelt. Legt man den Finger auf das Mandibulargelenk und lässt deu Unterkiefer bewegen, so fühlt man beiderseits, wie der Gelenkkopf sich unmittelbar an den Warzenfortsatz anschliesst.

---

[1]) Vortrag gehalten in der III. deutschen otologischen Versammlung zu Bonn. — Zeitschrift für Ohrenhlk. Bd. XXVI, 1894.

Der Knabe hat mit 1½ Jahren zu sprechen angefangen, aber erst mit 4 Jahren vollkommen sprechen gelernt. Die Mutter macht die spontane Angabe, dass er hohe Töne gut, tiefe dagegen schlecht höre.

Hörvermögen für Flüstersprache: sämmtliche Zahlen ausser „5" und „9," welche nicht verstanden wurden, direkt am Ohr, für Konversationssprache: beiderseits 12 cm, „4" und „3" am Schlechtesten, die übrigen Zahlen theilweise bis 20 cm.

Prüfung mit der kontinuirlichen Tonreihe:

untere Tongrenze für Luftleitung beiderseits d^1,

obere Tongrenze (im Galtonpfeifchen) { rechts 4,0 / links 4,1

Keine Lücken weder für Stimmgabeln noch für Pfeifchen.

Die Perceptionszeit für die beiden Lucae'schen Stimmgabeln c^4 und fis^4 in Luftleitung betrug beiderseits, verglichen mit der meinigen, 0,4 der normalen.

Die unbelastete Stimmgabel A wird vom Scheitel um 8 Sek. und die Stimmgabel a^1 um 6 Sek. verlängert gehört.

Rinne'scher Versuch mit a^1 { rechts — 15 Sek. / links — 20 Sek.

Die Aufschlüsse, welche ich von dem geistig gut entwickelten Knaben bei den verschiedenen Hörprüfungsmethoden erhielt, dürfen als verlässig bezeichnet werden, und es war möglich, die Prüfung vollkommen so durchzuführen, wie ich sie behufs einer genügenden Beurtheilung über die Leistungsfähigkeit des Gehörorgans für nothwendig halte.

Im zweiten Fall habe ich, weil bei dem 7jährigen Mädchen vom Lande doch in dieser Beziehung keine ganz zuverlässigen Angaben zu erwarten waren, die Perceptionsdauer vom Scheitel nicht gemessen. Da mir damals von der kontinuirlichen Tonreihe nur die Pfeifchen zu Gebote standen, konnte ich auch die untere Tongrenze für Luftleitung nur annähernd genau bestimmen.

II. Fall (Beobachtung von 1889).

Die Beobachtung dieses Falles verdanke ich der Güte des Direktors vom Hauner'schen Kinderspital in München, Prof. von Ranke. Sie betraf ein 7jähriges Mädchen, Sophie Hummel von Aibling, dessen Eltern und Geschwister vollkommen gesund sind. Auch von anderweitiger hereditärer Belastung ist nichts bekannt. Das gracil gebaute Kind ist abgesehen von einer skoliotischen Verkrümmung der Brustwirbelsäule im Uebrigen geistig und körperlich normal entwickelt.

Rechts ist an Stelle der Muschel nur ein vertikaler Hautwulst vorhanden, welcher ein knorpliges Gerüst einschliesst.

Links sind an der rudimentären Muschel Helix, Antihelix, der nach oben die Andeutung einer Theilung in zwei Schenkel zeigt, und ein ziemlich gut entwickelter Lobulus vorhanden. Auch der knorplige Tragus und Antitragus sind, sehr nahe aneinander gerückt, unter der Haut durchzufühlen; zwischen beiden findet sich eine kleine trichterförmige blinde Vertiefung als Andeutung des knorpligen Gehörgangs. Vor dem Tragus hängt noch eine kleine Hautappendix, ein Auricularanhang.

Die rudimentäre Muschel scheint beiderseits direkt dem Gelenkfortsatz des Unterkiefers aufzusitzen; wenn man den Finger auf das Muschelrudiment auflegt, so fühlt man bei Oeffnung und Schliessung des Mundes deutlich seine Bewegung.

Das Kind spricht die ihm täglich vorkommenden Ausdrücke ganz gut und geläufig nach, während es Mühe hat, ihm unbekannte Worte wiederzugeben. In der Artikulation lässt die Sprache keinen Mangel erkennen und das Kind kann dem Unterricht in der Volksschule folgen. Wenn man mit demselben spricht, schaut es gewöhnlich auf den Mund des Sprechenden, ist aber auch bei abgewandtem Gesicht im Stande, Fragen zu verstehen, welche in gewöhnlichem Konversationston in ca. 1/2 m Entfernung an dasselbe gerichtet werden.

Hörprüfung: Flüstersprache unsicher direkt am Ohr.

Konversationssprache { rechts 30 cm, links 18 cm }

für die Zahlen „5“ und „9“, während die übrigen Zahlen theilweise auf viel grössere Entfernung richtig percipirt wurden.

Eine Taschenuhr von ca. 1 m Hörweite für das normale Ohr wird beiderseits bei mässigem Andrücken an das Ohr vernommen.

Die bei ihr geprüften Stimmgabeln fis^4, c^4, f^3 und a^2 wurden sämmtlich beiderseits sowohl per Luftleitung, als auf den Scheitel, als auf die Muschelrudimente aufgesetzt sicher gehört.

Von a^1 abwärts wurden alle tieferen Gabeln, auch bei stärkstem Anschlage, per Luftleitung beiderseits nicht mehr gehört. Dagegen wurden die zur Prüfung gekommenen Gabeln (a^1. a. A. F^{-1} und C^{-1}) sämmtlich, sowohl auf den Scheitel als auf die Muschelrudimente aufgesetzt, stark und lang beiderseits percipirt, was jedesmal leicht an der momentanen Erheiterung im Gesicht des intelligenten Mädchens zu erkennen war, wenn die Stimmgabel nicht stumm, sondern klingend aufgesetzt wurde.

Sämmtliche Töne der Orgelpfeifchen bis zu deren unterstem Tone f^2 herab wurden beiderseits sicher gehört und ebenso das nach oben anschliessende Galtonpfeifchen. Als obere Tongrenze in demselben fand sich 4,5 beiderseits.

Der Fall hat noch dadurch ein besonderes Interesse gewonnen, dass Dr. Rotter beiderseits den operativen Versuch machte, einen Gehörgang in der Tiefe zu finden. Nach Ablösung der Haut mitsammt den Knorpelrudimenten lag beiderseits der Gelenkfortsatz und Gelenkkopf des Unterkiefers vor, ohne dass eine Spur von Gehörgang in der Tiefe zu finden war. Die Wunde wurde beiderseits mit Nähten wieder geschlossen und heilte per primam intentionem.

Das Hörprüfungsresultat, so weit es bei dem jüngeren Alter des Kindes und mit meinen damaligen Hörprüfungsmitteln aufgenommen werden konnte, deckt sich somit vollkommen mit demjenigen des erstbeschriebenen Falles.

Ganz analoge Hörresultate erhielt Schwendt[1]) in einem funktionell genau geprüften Falle von ebenfalls doppelseitiger Gehörgangsatresie.

Was die spezielleren morphologischen Abweichungen betrifft, welche der bei dieser Bildungsanomalie von uns beobachteten Form von Hörstörung zu Grunde liegen, so habe ich bereits 1888 von meinem

[1]) Ueber kongenitale Missbildungen des Gehörorgans in Verbindung mit branchiogenen Cysten und Fisteln. Arch. f. Ohrenhlk., Bd. XXXII, S. 37.

ehemaligen Assistenten Joël[1]) die in der Litteratur bis damals vorliegenden Sektionsbefunde von Atresie des Gehörgangs mit rudimentärer Muschel zusammenstellen lassen; es sind dies mit einem von mir untersuchten 13 Gehörorgane, wozu von Ranke[2]) noch einen weiteren eigenen und zwei aus der Litteratur hinzugefügt hat.

Nach dieser Zusammenstellung beschränkt sich der Störungskreis so ziemlich auf das äussere und mittlere Ohr und betrifft vor Allem den Annulus tympanicus, welcher, wie es scheint, in allen Fällen gefehlt hat oder zum Mindesten von der Schuppe nicht differenzirt war, ferner den Hammer und Ambos, welche ebenfalls entweder ganz fehlen oder, wo sie vorhanden, durchgängig mehr oder weniger rudimentär entwickelt sind, und in der Regel auch den Steigbügel, welcher sich nur ausnahmsweise normal gebildet vorgefunden hat, während das in früherer Zeit und an anderer Stelle angelegte innere Ohr in der Regel frei bleibt. (Demonstration des oben erwähnten von Joël beschriebenen Schläfenbeins mit Atresie des Gehörgangs.) Unter den 16 Fällen scheint nur einmal, in dem einen von Virchow mitgetheilten Falle, in welchem übrigens noch Missbildungen auch in anderen Regionen vorlagen, das Labyrinth vollständig gefehlt zu haben, und in vier weiteren Fällen zeigte es auf kleinere Bezirke beschränkte theilweise geringfügige Abweichungen, 10 mal ist ausdrücklich angegeben, dass das Labyrinth normal befunden wurde.

Mit diesen Sektionsergebnissen bezüglich des Labyrinths stimmen unsere oben mitgetheilten Hörprüfungsresultate ebenso, wie die Erwähnung eines relativ guten Hörvermögens seitens einer Reihe von Autoren bei weiteren einschlägigen Fällen gut überein.

In den beiden oben vorgelegten Fällen war nur die Luftleitung für ein verhältnissmässig sehr grosses Stück am unteren Ende der Skala (ungefähr ihre ganze untere Hälfte) aufgehoben. Vom Scheitel dagegen wurden die sämmtlichen Töne bis zum C^{-1} von 32 Doppel-Schwingungen herab, d. h. so weit die Prüfung überhaupt sich heraberstreckte, percipirt (die Stimmgabel, welche die unterste Oktave bis zu 16 v. d. herab enthält, war damals noch nicht in meinem Besitz); ebenso reichte der Tonbereich nach aufwärts bis in den oberen Theil des Galtonpfeifchens (4,5 bis 4,0), wo die Töne bereits beginnen schwach zu werden. Tonlücken, welche auf Defekte im Labyrinth hingedeutet hätten, waren in beiden Fällen nicht vorhanden; der erstere war mit der kontinuirlichen Tonreihe durchgeprüft worden, der letztere im unteren

1) Ueber Atresia auris congenita. Zeitschr. f. Ohrenhlk., Bd. XVIII, S. 278.

2) Ueber eine typische Missbildung im Bereich des ersten Kiemenbogens etc. Münch. med. Wochenschr. 1893. No. 37.

No.	Autor und Ort der Veröffentlichung	Alter	Paukenhöhle	Gehörknöchelchen	Ovales und rundes Fenster	Labyrinth	Hörprüfung
1	Mich. Jäger, Ammons Zeitschr. f. die Ophthalmol. V. 1837, S. 4.	60 Jahre	schmäler und kleiner	Ambos und Steigbügel bilden einen Knochen. Am Hammer fehlt der Handgriff und k. Forts.	Ovales Fenster normal	normal	„hörte auf diesem Ohr nicht“
2	Allen Thomson, The monthly Journal of Med. Science Vol. 7, 1847, pag. 420.	?	weit kleiner	Gehörknöchelchenkette bildet ein Ganzes	?	„erscheint in ganz natürlicher Form“	?
3	Anton Birnbaum, Dissert. Giessen 1848.	8monatl. Fötus	unvollkommen und weniger tief	von Hammer u. Ambos nur Rudimente, Steigbügel fehlt	Ovales Fenster fehlt, rundes Fenster vorhanden	keine Abnormität angegeben	—
4 u. 5	Jos. Toynbee, die Krankh. des Gehörorg. 1863, S. 17.	rechts ?	enger Spalt	Hammer und Steigbügel defekt. Ambos fehlt.	Steigbügelplatte in fester Verbindung mit d. ov. Fenster	normal	?
		links ?	it.	it.	it.	it.	?
6	Aug. Lucae, Virchows Arch. Bd. 29, S. 62.	47 Jahre	rudimentär und ausgefüllt mit Bindegewebe und Fett.	fehlen	fehlen	der verkleinerte Vorhof mit Gewebe ausgefüllt	„Hörweite Null“
7	Virchow, Virchows Arch. Bd. 30, S. 229.	neugeborenes Kind	„fehlte vollständig“	fehlen	fehlen	„die Region des Felsenbeins bestand aus einer dichten spongiösen Masse“	—
8	H. Welcker, Arch. f. Ohr. Bd. 1, S. 163.	noch nicht 25 Jahre	nach hinten erheblich vergrössert	Ambos und Steigbügel missbildet. (Hammer ?)	Steigbügelplatte in knöcherner Verbindung mit dem oval. Fenster, rundes Fenster kleiner	geringere Abweichungen	—

9	Virchow, Virchows Arch. Bd. 32, S. 519.	?	wurde nicht eröffnet	?	?	erschien äusserlich normal	?
10	P. Grawitz, Virchows Arch. Bd. 80, S. 454.	65 Jahre	„Mittelohr sehr klein“	Hammer rudimentär, Ambos ziemlich, Steigbügel ganz normal	?	Schnecke und Bogengänge normal, der inn. Gehörgang nicht verschlossen	„war auf dem Ohre taub“
11	Moos & Steinbrügge Zeitschr. f. Ohr. Bd. 10, S. 15.	neugeborenes Kind	rudimentär	fehlen sämmtlich	verkleinert und unregelmässig	knöch. u. häutiges Lab. normal, nur die Verbindung zwischen Vorhof u. Schnecke nicht auffindbar	—
12	W. Kiesselbach, L. Gerlachs Beiträge zur Morphologie I. 1883.	ca. 25 Jahre	vorhanden	Hammer missbildet und mit der Wand verwachsen, Ambos vorhanden, Steigbügel wahrsch. verloren gegangen	beide Fenster normal, nach der Maceration untersucht	das knöcherne Labyrinth normal	?
13	C. Truckenbrod, Zeitschr. f. Ohr. Bd. 14, S. 179.	63 Jahre	verkleinert	Hammer, Ambos u Steigbügel missbildet	Steigbügel im ovalen Fenster durch Bindegewebe fest fixirt und kaum merklich beweglich	„Schnecke und häutige Halbzirkelkanäle normal“	taub nach Angabe der Kranken
14	H. v. Ranke, Sitzungsber. der Ges. f. Morphol. i. München 1885. 2. Heft, S. 130.	$1^1/_2$ Jahre	fehlt	fehlen	fehlen	normal	—
15	Bezold, cf. Joël, Zeitschr. f. Ohr. Bd. 18, pag. 278.	8 Monat	verkleinert	Steigbügel bei der Maceration wahrsch. verloren gegangen. Hammer und Ambos fehlen	Ovales Fenster auf ein Drittel verkleinert, rundes Fenster normal	normal	—
16	H. v. Ranke, München. med Wochenschr. 1893, No. 37.	$5^1/_2$ Monat	Spalte	Hammer und Ambos bilden ein gemeinsames Knochenstück	die Fenster wurden nicht blosgelegt	normal, nur gegen die andere Seite etwas verkleinert	—

Theil mittelst der oben angeführten Reihe von Stimmgabeln, im oberen von f^2 ab nach aufwärts kontinuirlich mit den zwei Orgel- und dem Galtonpfeifchen.

Das in den obigen Fällen gefundene Hörvermögen kann als dasjenige eines intakten Labyrinths bei Abschliessung desselben gegen Luftleitung durch den Gehörgang[1]) und ausserdem bei gleichzeitig vorhandenen schweren Störungen an der Schallleitungskette selbst betrachtet werden.

Setzen wir ein normales Labyrinth voraus, so muss nach den obigen Hörprüfungsergebnissen von diesen beiden funktionsbeeinträchtigenden Momenten, also einerseits der Abschliessung des Labyrinths nach aussen und andererseits den Anomalieen an der Schallleitungskette, den letzteren eine mindestens ebenso grosse funktionelle Bedeutung zugemessen werden, als dem Wegfall eines zuleitenden Luftrohres. Denn die tägliche Erfahrung lehrt uns, dass eine einfache Ausfüllung des knöchernen Gehörganges, z. B. mit Cerumen, auch wenn der Pfropf durch Flüssigkeit vorher erweicht worden ist und sicher die Gehörgangswände und das Trommelfell allseitig berührt, doch bei sonst intaktem mittleren und inneren Ohr nur eine Herabsetzung des Hörvermögens für Flüstersprache auf durchschnittlich 10 cm zu Wege bringt, während in den obigen Fällen von Atresie Flüstersprache auch direkt am Ohre, also überhaupt nicht mehr sicher verstanden wurde.

Die bei angeborener Gehörgangsatresie gefundenen Difformitäten am Schallleitungsapparat sind so mannigfaltiger Natur, dass es unmöglich erscheint, sie, wenigstens mit Rücksicht auf den Einfluss, welchen sie auf die physiologische Funktion des Ohres zu üben im Stande sind, unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zu bringen.

In der beifolgenden Tabelle habe ich die hier in Betracht kommenden Difformitäten, wie sie bei den 16 Sektionsfällen sich gefunden haben, übersichtlich zusammengestellt.

Eine genauere Hörprüfung hat nur in dem Fall Lucae's stattgefunden, der mit Labyrinthveränderungen komplizirt war und keine

---

1) *Anmerkung:* Für die Schallzuleitung auf dem Luftwege dürfen wir in diesen Fällen nicht ausser Acht lassen, dass hier die nur leicht und auf kurze Strecke in der Ruhe geschlossene Tuba wenigstens zum Theil die Rolle des atresirten äusseren Gehörgangs übernehmen und die Luftschallwellen dem hier häufig isolirt stehenden Steigbügel, resp. seiner Fussplatte zuführen kann.

Unter den 16 Fällen war die Tuba, soweit ihrer überhaupt Erwähnung geschieht, in der grösseren Mehrzahl vorhanden (7 mal) und wurde sogar theilweise weiter als unter normalen Verhältnissen gefunden (Truckenbrod); auch in meinem Fall erwies sich wenigstens die knöcherne Tuba als abnorm weit, indem der leere Semicanalis pro tensore tympani, dessen Muskel und untere Scheidewand fehlte, zur Vergrösserung ihres Lumens beitrug. Nur 3 mal unter den 16 Fällen findet sich auch die Tuba als rudimentär aufgeführt.

Hörweite aufwies. In den übrigen drei als taub aufgeführten Fällen ist über eine eingehendere Untersuchung nichts gemeldet und kann leicht der kleine Hörrest, wie er sich bei dieser Difformität überhaupt findet, neben einer guten Hörweite des anderen Ohres von Arzt und Kranken übersehen worden sein.

Wenn wir die Fälle mit Anomalieen im Labyrinth hier ganz ausser Betracht lassen, so muss es ausserdem dahingestellt bleiben, ob in den Fällen, wo die Paukenhöhle ganz fehlt (unter den 16 Sektionsfällen zweimal) noch ein Rest von Hörvermögen vorhanden sein kann.

Ebenso zweifelhaft muss es bleiben, ob bei angeborenem Mangel beider oder eines Labyrinthfensters noch ein Hörvermögen bestehen kann.

Abgesehen von den beiden Fällen mit totalem Defekt der Paukenhöhle, welche jedenfalls auch keine Fenster besassen, ist ein Fehlen der beiden Fenster nur einmal (in dem Fall mit Taubheit von Lucae) erwähnt. Ausserdem soll das ovale Fenster allein bei dem von Birnbaum untersuchten Fötus gefehlt haben; nur eine Untersuchung auch von der Labyrinthseite her, welche nicht stattgefunden zu haben scheint, hätte mit Sicherheit darüber entscheiden lassen, ob nicht allenfalls nur die Schenkel des Steigbügels fehlten und seine Fussplatte vorhanden war und das ovale Fenster deckte. Zweimal wurde dasselbe verkleinert gefunden. Ausserdem müssen wir in 7 Fällen, nach den vorliegenden Mittheilungen, sein Vorhandensein und seine normale Beschaffenheit annehmen. In den übrigen Fällen findet sich dasselbe nicht erwähnt.

Das runde Fenster ist zweimal als verkleinert angegeben, in zwei Fällen normal gefunden worden, in den übrigen unberücksichtigt geblieben.

Was die Schallleitungskette betrifft, so ist ein regelmässiges Trommelfell mit eingeschlossenem Hammergriff niemals gesehen worden; es fehlt ebenso durchgängig wie sein knöcherner Falz mitsammt dem Annulus tympanicus.

Die Gehörknöchelchen fehlen entweder sämmtlich oder wenigstens einzelne, oder sie erweisen sich, wo sie vorhanden sind, als mehr oder weniger stark missbildet. Bei Hammer und Ambos ist dies durchgängig der Fall; insbesondere fehlen ihre Fortsätze; die Rudimente finden sich theils unter sich knöchern verwachsen, theils mit der Wand fester verbunden. Auch der Steigbügel zeigt häufig Missbildungen, Defekt eines Schenkels oder knöcherne Vereinigung mit dem Ambosschenkel.

Als physiologisch wichtiger Befund muss endlich bezeichnet werden, dass vier mal ausdrücklich eine feste, darunter einmal eine knöcherner Fixation der Steigbügelfussplatte im

ovalen Fenster konstatirt wurde (Toynbee in seinem doppelseitigen Fall, Welcker und Truckenbrod).

Wenn wir berücksichtigen, dass überhaupt nur in der kleinen Minderzahl der Fälle auf die Verbindung der Fussplatte mit ihrer Umgebung Rücksicht genommen werden konnte, indem meist entweder der Untersuchung die Maceration des Schläfenbeines vorausgegangen war, oder am Weichtheilpräparate die Blosslegung der Labyrinthwand unterblieb, um das Präparat zu Demonstrationszwecken aufzubewahren, so fällt diese Zahl von Fixationen der Steigbügelfussplatte im ovalen Fenster wohl in Betracht.

Ueberschauen wir nun die oben genauer mitgetheilten Ergebnisse der Hörprüfung bei den im Leben untersuchten Fällen, so fanden wir 1. für die Knochenleitung eine Verlängerung der normalen Perceptionszeit, 2. für den Rinne'schen Versuch einen excessiv negativen Ausfall und 3. für die Luftleitung einen Ausfall aller tiefen Töne bis etwa in die Mitte der Skala.

Wir haben somit vollkommen das gleiche Funktionsbild für die angeborene Atresie des Gehörgangs mit rudimentärer Muschel erhalten, wie wir dasselbe, erst im späteren Leben erworben, einerseits bei Defekten am Schallleitungsapparat, andererseits bei Fixation desselben, insbesondere an seinem Endgliede d. i. bei Ankylose des Steigbügels zu beobachten täglich Gelegenheit haben.

Daraus darf der Schluss gezogen werden, dass auch bei der vorliegenden Missbildung die Ursache für die damit verbundene Funktionsstörung, wenn noch ein den oben mitgetheilten Fällen entsprechendes Hörvermögen vorhanden ist, nicht im inneren, sondern im mittleren und äusseren Ohre ihren Sitz hat.

XI.

Ueber den gegenwärtigen Stand der Hörprüfungen[1].

Wenn das praktische Bedürfniss gerade die Otiatriker dazu gezwungen hat, nach immer weiteren Hörprüfungsmitteln zu suchen und die Prüfungsmethoden immer mehr zu vervollkommnen, so wäre es doch ein viel zu engherziger Gesichtspunkt, wenn wir in der Bestimmung des Hörvermögens nichts weiter als eine Ergänzung des Krankheitsbildes und eine Kontrole für unsere Heilresultate sehen wollten.

Die Funktion des hohen Sinnesorganes, dessen Untersuchung und Pflege in unseren Händen liegt, hat ebenso wie diejenige des Auges unsere hervorragendsten naturwissenschaftlichen und philosophischen Denker beschäftigt. Nur am Menschen können wir über die Einzelheiten seiner Leistung befriedigenden Aufschluss erlangen. Es waren vorwiegend Ohrenärzte, welche die durchschnittliche Leistungsfähigkeit des normalen menschlichen Ohres und deren Grenzen für einzelne Tonquellen und vor Allem für die Sprache und deren einzelne Laute festgestellt haben. Nicht weniger allgemeines Interesse als die Funktion des normalen Ohres bietet das pathologische, vorausgesetzt, dass wir zu bestimmen vermögen, welche Theile im einzelnen Fall durch Zerstörung etc. ausgeschaltet sind. Nur der Ohrenarzt ist im Stande, täglich Beobachtungen zu sammeln, welche schliesslich in ihrer Gesammtheit ein volles Bild der Funktion auch seiner einzelnen Theile zu geben vermögen. Wir sollen uns bei unseren Hörprüfungen bewusst sein, dass wir ein Material sammeln, welches auch weiteren Kreisen als wissenschaftliche Unterlage zu dienen vermag als bloss den Otiatrikern und danach sollen wir die Bedeutung unserer funktionellen Untersuchungen bemessen und dieselben einrichten.

---

1) Zeitschrift f. Ohrenheilk. Bd. XXIX, 1896. (Ein Auszug aus dieser Arbeit wurde als Referat auf der V. Versammlung der deutschen otologischen Gesellschaft 1896 vorgetragen.)

Da unser Ohr die Fähigkeit besitzt, jede Schallquelle in ihre einzelnen Elemente, d. h. Töne zu zerlegen, so müssen wir für diese Zerlegung nach Helmholtz einen mechanischen Apparat voraussetzen, welcher sich an der Stelle der Endausbreitung des Hörnerven befindet, und es häufen sich von Tag zu Tag die Beobachtungen, welche die Lokalisation der Tonskala in der Membrana basilaris der Schnecke mehr und mehr sicher stellen in der Vertheilung, wie sie von Helmholtz daselbst angenommen worden ist.

Ebenso wie der schallempfindende Apparat des Ohres die sämmtlichen ihn treffenden Schalleindrücke in die einzelnen reinen Töne zerlegt, aus welchen dieselben zusammengesetzt sind, muss auch unser Hörprüfungsapparat die Möglichkeit bieten, jeden innerhalb der 12 und mehr Oktaven gelegenen Ton dem Ohre isolirt vorzuführen.

Vollkommen ausreichend konnte uns für die Prüfung des Ohres auch die gesammte Tonreihe erst seit der Zeit erscheinen, in welcher wir aufgehört haben, die Geräusche zu den tönenden Höreindrücken in Gegensatz zu bringen.

Die Abtrennung der Geräusche von den Tönen, wie sie aus der Physik in die Physiologie herübergenommen wurde, hat lange Zeit als Hemmschuh für die Entwickelung der Otologie gewirkt, indem sie die Veranlassung gegeben hat, für die Geräusche gesonderte Perceptionsstellen ausserhalb der Schnecke in den übrigen Theilen des Labyrinths anzunehmen.

Es ist hier nicht der Ort, auf die Arbeiten einzugehen, welche den kontinuirlichen Uebergang zwischen Tönen und Geräuschen und die Zusammensetzung auch der letzteren aus einem Gewirr der verschiedensten, insbesondere auch sehr hoher und deshalb schwer oder nicht analysirbarer Töne für unsere Vorstellung annehmbar gemacht haben.

Es möge an dieser Stelle genügen, auf die Abhandlung von Barth „Zur Lehre von den Tönen und Geräuschen“ [1]) hinzuweisen, in welcher es diesem Autor gelungen ist, die wahrscheinliche Zusammensetzung der verschiedensten Geräusche aus Theilen der vom menschlichen Ohr percipirbaren Tonskala in überzeugender Weise darzulegen. Jedenfalls ist „der Beweis, dass Geräusche und Klänge ganz differente Schallqualitäten sind und die Schneckengebilde allein zu ihrer Auslösung nicht ausreichen, bis jetzt in keiner Weise erbracht“. Diese negative Fassung, in welcher Dennert seine Ueberzeugung resumirt [2]), scheint mir unanfechtbar.

---

1) Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XVII, p. 81.
2) Arch. f. Ohrenheilk. Bd. XXIX, p. 83.

Die Lehre von der Schallperception als einer ausschliesslichen Funktion der Schnecke hat eine neue Stütze erhalten dadurch, dass es vor Kurzem Kreidl[1]) geglückt ist, wenigstens an einer Species schneckenloser Thiere, nämlich an Goldfischen, den Nachweis zu liefern, dass sie in Wirklichkeit gehörlos sind[2]), wie es für diese Lehre Voraussetzung sein musste, wenn es auch angezeigt erscheint, dieser Beobachtung gegenüber die gleiche Vorsicht walten zu lassen, wie bei den positiven Hörergebnissen der labyrinthlosen Tauben Ewalds.

Am menschlichen Gehörorgan, von dem wir allein vollkommen verlässigen Aufschluss über seine Funktion erwarten dürfen, habe ich mich bei nekrotischer Ausstossung des Labyrinths, ebenso wie heute wohl die Mehrzahl der Autoren, welche sich eingehender mit dieser Frage beschäftigt haben, davon überzeugt, dass ein unzweifelhaftes Hörvermögen nach Ausstossung irgend eines Theiles vom Labyrinth nicht mehr existirt. Unter meinen acht Beobachtungen von Labyrinthnekrose waren es in der Mehrzahl der Fälle nur Theile der Schnecke, welche zum Vorschein kamen; ich möchte aber darauf nicht einmal ein besonderes Gewicht legen, weil wir wohl voraussetzen dürfen, dass hier schon die Zerstörungsprozesse im häutigen Labyrinth durchgängig genügend sind, um die Funktion des ganzen Labyrinths zu vernichten. Auf die Bedeutung der totalen Taubheit, welche in den beiden zur Mittheilung gelangten Beobachtungen von doppelseitiger Labyrinthnekrose nachgewiesen werden konnte, habe ich wiederholt hingewiesen. Aus diesen Funktionsprüfungsergebnissen nach Zerstörung des Labyrinths geht hervor, dass dem Nervus acusticus ohne seine Hilfsapparate im Labyrinth jede Reaktionsfähigkeit auf Schallwellen ebenso abgeht, wie dem Nervus opticus ohne Retina auf Lichtwellen.

Es war nothwendig, zuerst eine klare Einsicht in die Hörfunktion selbst zu gewinnen, ehe wir zu einer exakten Prüfung derselben gelangen konnten.

Wenn die Geräusche wirklich, wie es bereits heute als mindestens sehr wahrscheinlich bezeichnet werden darf, restlos in der menschlichen Tonskala enthalten sind, dann besitzen wir in der kontinuirlichen Tonreihe so vollkommen alle Elemente für die Prüfung des Hörvermögens, als wir diese nur wünschen können.

---

1) „Ueber die Perception der Schallwellen bei den Fischen.“ Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. LXI. p. 450.

2) *Nachträgliche Anmerkung.* Seitdem konnte Kreidl seine im Laboratorium gemachte Beobachtung über die Hörlosigkeit der Goldfische durch weitere Versuche am Fischbassin in Kremsmünster, wo die Fische von Alters her mittelst Glockenzeichen zur Fütterung gesammelt wurden, auch für die dort vorkommenden Fischarten bestätigen. Pflügers Archiv f. d. Ges. Physiol. Bd. LXIII, p. 581.

Unter dieser Voraussetzung, welche wir bezüglich der Geräusche machen, würde also ein Gehörorgan dann als vollkommen untersucht betrachtet werden dürfen, wenn die einzelnen Töne der kontinuirlichen Reihe in kleinen Intervallen auf die ihnen zukommende Perceptionsdauer per Luft- und per Knochenleitung geprüft und in Vergleich mit der normalen Perceptionsdauer gestellt sind.

Die regelmässige Durchführung einer derartigen Prüfung bei der Gesammtheit der Ohrenkranken wäre aber schlechtweg ein Ding der Unmöglichkeit wegen der Zeit, welche sie beanspruchen würde.

Nothwendig erscheint ihre Anwendung nur da, wo wir partielle Defekte an einzelnen Stellen oder vollständige Lücken im Verlauf der Skala zu erwarten haben, d. i. insbesondere bei Taubstummen und bei hochgradiger nervöser Schwerhörigkeit.

Als regulären und zu einer raschen Uebersicht führenden Hörmesser besitzen wir keinen vollkommeneren als die Sprache, insbesondere seit Oskar Wolf uns eine akustische Bestimmung auch der Konsonanten gegeben hat.

Da es in erster Linie die letzteren sind, welche bei der Prüfung mit der von uns hauptsächlich verwendeten Flüstersprache in Betracht kommen, so sind wir seitdem im Stande, mittelst derselben zugleich ein beiläufiges Bild von der qualitativen Leistung des Ohres zu gewinnen.

Man kann wohl sagen: die Sprache enthält eine so vollkommene Zusammenstellung aller möglichen Lautkomplexe, dass wir sie für unsere Hörproben erfinden müssten, wenn wir sie nicht schon hätten.

Wolf[1]) gruppirt die einzelnen Laute folgendermassen:

1. tiefe (R, U),
2. mittlere (die Explosivlaute B, K, T),
3. hohe und zwar einerseits starke (S, Sch., G-molle), andererseits schwache (F).

Die tonborgenden Konsonanten L, M, N und H schliesst Wolf von der Prüfung aus.

Die Erfahrungen, welche dieser Autor über die mangelhafte Perception der einzelnen Laute bei verschiedener Lokalisation der Erkrankung im Ohr gesammelt hat, lassen sich im Allgemeinen bestätigen.

Als Prüfungsworte, welche diese einzelnen Laute enthalten, benütze ich auch gegenwärtig noch die Zahlworte, ebenso wie meines Wissens eine grosse Anzahl von Kollegen.

Der häufig wiederholte Einwurf, dass dieselben leichter errathen werden als andere Worte, kann mich davon nicht abhalten. Es kann sich für uns nur darum handeln, dass alle Prüfungsworte entweder gleich

1) Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XX.

leicht oder gleich schwer errathen werden. Prüfen wir mit anderen Worten, von denen wir niemals wissen können, wie nahe oder fern sie dem Vorstellungskreis des Geprüften liegen, so wird das Resultat viel unsicherer ausfallen müssen, als wenn demselben alle Worte gleichmässig bekannt sind. Wollte man wirklich die Kombination ganz ausschliessen, so könnte man dies sehr einfach dadurch erreichen, dass zur Prüfung sinnlose Wortbildungen benützt würden. Es empfiehlt sich dies aber schon deshalb nicht, weil wir das Verständniss des Kranken für seine Umgangssprache kennen lernen wollen.

Die Zahlen als Prüfungsworte können wir schon deshalb nicht entbehren, weil sie für das kindliche Lebensalter die am Besten verständlichen Worte bilden. Bei meinen „Schuluntersuchungen über das kindliche Gehörorgan"[1]) habe ich mich zur Genüge davon überzeugt, dass die Vorführung der Zahlen als Hörprobe vollkommen ausreichend ist; denn ich fand unter den 1918 von mir untersuchten Schulkindern mittelst der ausschliesslichen Verwendung der Zahlen nahezu 26 %, welche auf einem oder beiden Ohren nur ein Drittel oder weniger (d. h. 8 m oder weniger) der normalen Hörweite besassen. Dabei war noch dazu die am Schwersten verständliche Zahl „100" von der Prüfung ausgeschlossen worden.

Um immer eine annähernd gleiche Intensität der Flüstersprache zu erzielen, wurde von mir zum Aussprechen der Zahlen nur die Reserveluft benutzt, welche nach einer nicht forcirten Exspiration in der Lunge zurückbleibt. Ebenso ist es nothwendig, immer das gleiche Tempo beim Sprechen einzuhalten.

Einen weiteren Vortheil der Zahlworte sehe ich endlich darin, dass für jeden Fall der Umfang des geprüften Sprachmaterials bekannt ist, vorausgesetzt, dass in jedem Fall sämmtliche charakteristische Zahlen zur Verwendung kommen.

Die Zahlworte, deren Verständniss am Häufigsten beeinträchtigt oder aufgehoben ist, sind nach meinen Erfahrungen sowohl an Schulkindern als an Ohrenkranken ausser „100" noch die Zahlen „9, 5, 4, 8, 7".

Auch ich habe mich, ebenso wie Wolf u. A. überzeugt, dass es bei bestimmten Erkrankungsformen immer die gleichen Zahlen, resp. Laute sind, deren Perception am Meisten gelitten hat und dass uns somit die Prüfung mit der Sprache schon allein eine gewisse vorläufige diagnostische Orientirung zu geben vermag.

Wenn ich meine seit Jahren in dieser Richtung angestellten Beobachtungen hier kurz zusammenfasse, so habe ich, übereinstimmend

[1]) Wiesbaden 1885. Verl. v. Bergmann.

mit Wolf gefunden, dass im Allgemeinen die tiefen Laute, wie sie vor Allem in der Zahl „100" vertreten sind, bei Affektionen des Schallleitungsapparates am Schlechtesten gehört werden. Ausser „100" sind hier noch die Zahlen „4" und „8" zu nennen.

Wenn das „ch" der Zahl „8" als tiefer Gutturallaut weit rückwärts im Gaumen gebildet wird, so habe ich den Ausfall dieser sonst ziemlich weit hörbaren Zahl auffällig häufig bei Sklerose konstatiren können; auch die Zahl „4" gehört hier zu den häufig ausfallenden, seltener die Zahl „3".

Dagegen habe ich für die akuten, einfachen sowohl als perforativen, exsudativen Mittelohrentzündungen als in hohem Maasse charakteristisch den Ausfall der Zahl „5" gefunden. Die Zahl „4" wird hier ebenfalls häufig schlecht percipirt. Wenn auch selten, so kommt es doch vor, dass bei diesen Prozessen auch die Zahl „7" beeinträchtigt wird [1]), und ich hebe diese ausnahmsweise Beobachtung deshalb hervor, weil ich sie für die vollständige Restitution des Hörvermögens als von relativ ungünstiger prognostischer Bedeutung gefunden habe, indem sich zum Mindesten eine ungewöhnlich lange Dauer dieses speziellen Defektes für die „S"-Laute erwarten lässt, obgleich auch ihre Perception schliesslich wiederkehren kann, nachdem sie Monate und selbst Jahre lang mangelhaft war.

Ebenso häufig und charakteristisch wie der Ausfall der Zahl „5" bei den akuten exsudativen Prozessen habe ich den Ausfall der Zahl „9" bei unkomplizirtem Tubenverschluss gefunden. Besonders charakteristisch ist, wie hier insbesondere der Anlaut „N" für das Ohr ausfällt: statt „neunzehn" wird beispielsweise auch von Erwachsenen hartnäckig mit fragendem Gesicht „einzehn" wiederholt, bis man in den Bereich der noch vorhandenen Hördistanz, d. i. bei länger dauerndem einfachen Tubenverschluss, gewöhnlich 10 cm, gelangt.

Aus diesem Grunde möchte ich auch das Wort „9", obgleich es in Bezug auf Tonhöhe seiner Konsonanten als „neutral" bezeichnet werden kann, nicht bei der Prüfung vermissen. Wolf schliesst, wie erwähnt, die „tonborgenden" Konsonanten L, M, N, H von derselben aus. Es erscheint schon deshalb zweckmässig, auch Worte mit „neutralen" Konsonanten, insbesondere im Anlaut, zu benützen, weil die uns zu Gebote stehenden Räumlichkeiten für die übrigen Konsonanten, die scharfen „S"-Laute etc. gewöhnlich nicht ausreichen, während sie genügen für Worte wie „9" und „100".

---

1) Ein Defekt, welcher mit Wahrscheinlichkeit auf eine Propagation der Entzündung durch die Membran des runden Fensters auf den Anfang der basalen Schneckenwindung hindeutet.

Am Mannigfaltigsten gestalten sich die Hördefekte für die verschiedenen Sprechlaute, wie dies von vornherein zu erwarten ist, bei den Erkrankungen des Labyrinths, mögen dieselben für sich allein oder gleichzeitig neben Affektionen des Mittelohres bestehen. Trotzdem ist es auch hier besonders eine Zahl, deren Ausfall häufig und charakteristisch ist, nämlich die Zahl „7“; auch die anderen sonst auf grosse Distanz hörbaren Zahlen mit hochliegenden Konsonanten „6, 2, 20“ werden hier öfters mangelhaft gehört. Verhältnissmässig oft fällt ferner die Zahl „5“ aus. Aber auch Worte mit tiefliegenden Konsonanten, insbesondere die Zahl „4“, fallen nicht selten bei Labyrinthaffektionen aus.

Die Vertrautheit mit diesen Details im Sprachverständniss bei den verschiedenen Erkrankungsformen fällt nicht nur diagnostisch zur vorläufigen Orientirung in's Gewicht, sondern bildet, beiläufig bemerkt, auch eine sehr brauchbare Unterstützung zur Entlarvung von Simulanten. Wenn hier Zahlen wie „24“ und „36“ nicht wiederholt, dagegen andere auf viel kürzere Distanz hörbare leicht verstanden werden, so muss uns dies schon bei der Prüfung der Sprache argwöhnisch machen. Die meisten derartigen Individuen verrathen sich schon bei dieser einfachen Prüfung noch in anderer Weise: Sie prononciren nämlich den ersten Laut des Wortes, zögern aber, dasselbe auszusprechen oder halten es ganz zurück. Ich bin daher gewohnt, den das andere Ohr, wirklich oder auch nur scheinbar, verschliessenden Assistenten immer gleichzeitig auf die Lippen achten zu lassen, welche sehr häufig die entsprechende Bewegung des Anlauts machen, ohne dass das Wort selbst zum Vorschein kommt. In einem solchen Fall halte ich jede weitere Prüfung mit Stimmgabeln etc., wenigstens zu wissenschaftlichen Zwecken, für illusorisch. Seit Einführung der Unfallversicherung haben sich derartige Vorkommnisse stark gehäuft.

Auch die einfache Sprachprüfung ist, wenn sie genau angestellt wird, eine mühsame und zeitraubende, und es ist zwar gewiss eine wünschenswerthe Vervollständigung des funktionellen Befundes, wenn die Hördistanz sowohl für die hohen als für die tiefen und vielleicht auch für die Konsonanten in Mittellage in jedem Fall gesondert geprüft und aufgezeichnet wird, wie dies von Wolf, Schwabach, Bloch, Richter u. A. geschieht, ich halte es aber doch für zweckmässiger, wenn wir, nachdem sämmtliche Zahlworte wiederholt[1]) durchgeprüft sind, uns darauf beschränken, die Hördistanz für das oder die am Schlechtesten percipirten Worte zu notiren, wie dies seit Jahren von Lucae

[1]) Die wiederholte Vorführung der sämmtlichen Zahlworte ist schon deshalb nothwendig, damit der Untersuchte mit den Eigenthümlichkeiten des prüfenden Sprechorgans genügend vertraut wird.

eingeführt ist, um Zeit für die weitere und zuverlässigere Resultate versprechende Untersuchung mit Stimmgabeln etc. zu sparen.

Aus dem gleichen Grunde verzichte ich, seit ich im Besitze der kontinuirlichen Tonreihe bin, auf alle weiteren Prüfungsmittel, wie Uhr, Politzer's Hörmesser, Levy's Hörmesser, telephonische Apparate, Musikinstrumente etc.

Vergleichende Messungen über Uhr und Politzer's Hörmesser habe ich bei meinen Schuluntersuchungen angestellt und die Prüfung der Sprache denselben, insbesondere der Uhr, weit überlegen gefunden[1]).

Den anscheinend vielversprechenden Versuch von Lichtwitz, den Phonographen als Hörmesser zu verwenden, hat Schwabach[2]) sich der Mühe unterzogen, zu prüfen; der Apparat erwies sich indess wegen der mangelhaften Reproduktion insbesondere der hochliegenden „S"-Laute, wie dies auch Wolf[3]) gefunden hatte, als unbrauchbar.

Die Entfernung, auf welche die Flüstersprache resp. Konversationssprache richtig perzipirt wird, ist mit Recht als der brauchbarste zusammenfassende Ausdruck für die Hörschärfe angenommen[4]).

Erst nach Feststellung des Hörvermögens für die Sprache folgt die Untersuchung mit einzelnen Tönen.

Im Laufe der letzten Jahre sind so viele und zum Theil zeitraubende Prüfungsmethoden angegeben und von einzelnen Autoren durchgeführt worden, dass eine zielbewusste Beschränkung auf das Nothwendige und am Sichersten und Raschesten diagnostische Aufschlüsse Gebende wohl heute als eine der schwierigsten Aufgaben für den Otologen bezeichnet werden muss und es darf uns nicht wundern, dass in der letzten Zeit Stimmen dafür eingetreten sind, selbst die Prüfung durch Knochenleitung, der wir bereits so vielfache diagnostische Anhaltspunkte verdanken, möglichst einzuschränken, weil die dabei in Betracht kommenden Faktoren zu verwickelt seien[5]).

Damit kann ich mich allerdings nicht einverstanden erklären. Schon der Weber'sche Versuch, noch mehr aber der Rinne'sche und

---

[1]) Ich verweise in dieser Beziehung auf Tafel I meiner „Schuluntersuchungen des kindlichen Gehörorgans", betreffs der Uhr cf.: „Bemerkungen über die Uhr als Hörmesser etc." Zeitschr. f. Ohrenheilk. XV, 151.

[2]) Schwabach und Magnus „Ueber Hörprüfung und einheitliche Bezeichnung der Hörfähigkeit" X. internat. med. Kongress. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. XXXI, p. 81.

[3]) Zeitschr. f. Ohrenheilk. XX, 202.

[4]) Bei Sklerose beispielsweise fallen meine Hörprüfungen mittelst der Sprache innerhalb grösserer Zeiträume so gleichmässig aus, als es die zu Grunde liegende anatomische Veränderung erwarten lässt.

[5]) Gradenigo, Schwartze's Handbuch Bd. I, p. 393.

Schwabach'sche Versuch sichern unsere differentielle Diagnose für eine so grosse Reihe von auf anderem Wege nur unvollkommen oder gar nicht auseinander zu haltenden Krankheitsformen, dass ein Verzicht auf dieselben einen Rückschritt um Jahrzehnte einer erfolgreichen Forschungszeit bedeuten würde.

Die alte, auch gegenwärtig noch ziemlich allgemein vertretene Anschauung, dass im Greisenalter die Prüfung per Knochenleitung unverwendbar sei, hat nicht nur physikalisch keine Berechtigung, denn es ist nicht einzusehen, durch welche Strukturveränderung der Knochen selbst eine wesentliche Einbusse an seiner Schallleitungsfähigkeit erfahren sollte, sondern es ist auch klinisch leicht zu konstatiren, dass objektiv nachweisbare Mittelohraffektionen akuten sowohl wie chronischen Charakters eine Verlängerung der Knochenleitung bei Greisen ebensowohl bedingen wie in der Jugend.

In meinen „Untersuchungen über das durchschnittliche Hörvermögen im Alter"[1]) habe ich den Nachweis geliefert, „dass auch im Alter nicht die Knochenleitung an sich eine Verminderung erfährt, sondern nur das Hören durch dieselbe in gleichem Verhältniss mit der Verminderung der Hörweite überhaupt herabsinkt." Unter 134 mit Stimmgabel a' untersuchten Gehörorganen fand ich damals in 44,8 % unverkürzte Dauer und in 11,9 % Verlängerung der Knochenleitung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass akute Mittelohrentzündungen unter den Geprüften nicht einmal vorhanden waren, welche, auch wenn sie das höchste Alter betreffen, die Verlängerung der Knochenleitung in gleich prägnanter Weise hervortreten lassen, wie in früheren Jahren, vorausgesetzt, dass das Hörvermögen nicht bereits vorher stärker beeinträchtigt war, als es dem Alter entspricht.

Es liegt also kein Grund vor, an der Zuverlässigkeit dieser Prüfung im Greisenalter zu zweifeln, und die relativ häufigen Verkürzungen, welche hier klinisch zu konstatiren sind, bedeuten wie in den übrigen Lebensaltern ebenso viele pathologische Veränderungen des inneren Ohres.

Dagegen liegt in der Ausdehnung der Prüfung per Knochenleitung auf die höheren Stimmgabeln eine Fehlerquelle, welche mit der Höhe des Tones wächst, da die gleichzeitige Zuleitung durch die Luft um so weniger auszuschliessen ist, je höher wir in der Skala hinaufsteigen.

Ebensowenig eignen sich die den Knochen stark erschütternden grossen Stimmgabeln am unteren Ende der Skala für die Prüfung der Knochenleitung, weil die einfache Erschütterung zu vielfachen Täuschungen führt, wie ich mich bei meinen Taubstummenuntersuchungen zur Genüge überzeugt habe.

---

[1]) cf. Abhandl. VI.

Die Knochenleitung wird von mir am Häufigsten mit den beiden unbelasteten Stimmgabeln A und a' geprüft[1]). Eine Prüfung mit diesen beiden Tönen und allenfalls noch mit der zwischenliegenden Oktave a halte ich für vollkommen ausreichend, um uns ein deutliches Bild von dem Verhalten der Knochenleitung zu geben.

Die Gründe, welche mich zur Wahl gerade dieser Stimmgabeln veranlasst haben, möchte ich Ihnen zunächst kurz darlegen.

Für die Prüfung der Knochenleitungsdauer hat sich mir am Besten die grosse unbelastete A-Stimmgabel bewährt, da sie noch lange Zeit vom Scheitel gehört wird, nachdem ihre Erschütterungen unfühlbar geworden sind.

Bei reinen Affektionen des Schallleitungsapparates wächst die Verlängerung der Knochenleitung über die Norm durchgängig mit der Tiefe der verwendeten Stimmgabel. Von diesem Erfahrungssatz habe ich selbst wenigstens niemals eine Ausnahme konstatiren können.

Trotzdem erscheint mir die Prüfung der Knochenleitungsdauer vom Scheitel auch mit der um zwei Oktaven höheren unbelasteten a'-Stimmgabel nothwendig, weil wir nicht selten, insbesondere bei den Sklerosen, bereits eine Verkürzung, hier und da sogar einen vollständigen Ausfall für diesen Ton auch in der Knochenleitung finden, während A noch verlängert gehört wird. Werhovsky hat einen solchen Fall aus meiner Beobachtung mitgeteilt[2]).

Behufs Anstellung des Weber'schen Versuches erscheint die Prüfung mit einer Stimmgabel und zwar mit a' für gewöhnlich als genügend; in zweifelhaften Fällen kann man ausserdem die genannten beiden tieferen Stimmgabeln verwenden. Auch beschränke ich mich darauf, immer von der gleichen Stelle, auf dem Scheitel, zu prüfen, um die Untersuchung nicht zu sehr zu kompliziren, um so mehr, als ich den Weber'schen Versuch unter den genannten funktionellen Prüfungsmethoden für die geringwerthigste halte.

Die entschiedensten und sichersten Ergebnisse liefert derselbe bei akuten und exsudativen Prozessen des Mittelohres, (welche allerdings in der Regel auch ohnedem keine Schwierigkeiten für die Diagnose bieten). Trotzdem kann seine Bedeutung hier sogar eine lebenswichtige werden: Wenn bei Mittelohreiterung die vorher vorhandene Verlegung des Tones in das kranke Ohr im weiteren Verlauf der Erkrankung schwindet, wobei die Stimmgabel regelmässig auch auf dem Luftwege nicht mehr gehört wird, so erscheint dieser Befund für sich allein als ausreichende Indikation, um die Mittelohrräume sofort operativ bloss zu legen; denn dieses Symptom kenn-

[1]) cf. deren Beschreibung, „Statistische Ergebnisse über die diagnostische Verwendbarkeit des Rinne'schen Versuches etc." Abhandl. III, pag. 60—61.

[2]) cf. Werhovsky „Prüfungen der Hördauer etc." Fall XI, Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXVIII.

zeichnet ein Uebergreifen der Eiterung auf das Labyrinth und verschlechtert die Prognose auch für das Leben in hohem Maasse. (Lucae[1]).

Auch der Rinne'sche Versuch wird von mir und meinen Schülern fast ausschliesslich mit der unbelasteten a′-Stimmgabel ausgeführt, welche, nachdem sie auf dem Warzentheil abgeklungen hat, vor dem normalen Ohre noch ca. 30 Sekunden fortklingt.

Von Lucae, dem wir die Einführung des Rinne'schen Versuchs in die Praxis verdanken, wurde die Stimmgabel empfohlen. Ich ziehe den von den Musikern als Ausgangspunkt benützten Ton a′[2]) schon deshalb vor, weil er mehr in der Mitte und noch innerhalb des Vokalbereichs der Tonskala liegt; ferner weil, je tiefer wir in der Skala herunter steigen, um so mehr beim Aufsetzen der Stimmgabel auf irgend eine Stelle der ganze Kopf mitschwingt, also um so weniger das andere Ohr für die Knochenleitung auszuschliessen ist. Dass dies auch mit a′ bei der Prüfung vom Warzentheil durchaus nicht vollkommen gelingt, davon überzeugen wir uns leicht, wenn wir, nachdem die auf den Warzentheil aufgesetzte Stimmgabel abgeklungen hat, ihren Stil daselbst angedrückt erhalten und nun den Gehörgang des entgegengesetzten Ohres mit dem Finger verschliessen; ihr Ton erscheint dann wieder für längere Zeit und zwar auf dem verschlossenen anderen Ohre. Die gleiche Wirkung dürfen wir von allen Veränderungen am Schallleitungsapparat erwarten und müssen dieselbe mit Rücksicht auf die diagnostische Verwerthung des Rinne'schen Versuchs bei einseitigen Affektionen immer im Auge behalten.

Höhere Stimmgabeln als a′ für den Rinne'schen Versuch zu verwenden, empfiehlt sich nicht, weil sie die gleichzeitige Luftleitung nicht mehr sicher ausschliessen lassen.

Wir erhalten zwar um so häufiger auch bei leichteren Veränderungen am Schallleitungsapparat einen negativen Ausfall des Rinne'schen Versuchs, je tiefere Stimmgabeln wir benützen; um so mehr erscheint es mir aber angezeigt, bei a′ zu bleiben, weil wir mit dieser Stimmgabel, wenn wir nur auch die Zeit der mit dem Rinne'schen Versuch gemessenen Differenz ($t-\vartheta$) in der von mir angegebenen Weise[3]) notiren, bei den verschiedenen Erkrankungen gleichzeitig eine ganze Skala für die verschiedenen Grade von Fixation des Schallleitungsapparates erhalten.

So kann man beispielsweise bei deutlich ausgesprochener Sklerose der einen Seite häufig schon einen sehr verkürzten positiven oder sogar

[1]) Arch. f. Ohrenheilk. Bd. V, p. 105.

[2]) Politzer verwendet für die Prüfung der Knochenleitung c″, welches a′ ja sehr nahe liegt. (Lehrb. III Aufl. p. 121).

[3]) cf. Abhandl. III, p. 65.

einen negativen Ausfall des Rinne'schen Versuchs auch auf der andern Seite finden, trotzdem die Sprache hier noch annähernd normal gehört wird, und also bereits den allerersten und leichtesten Grad von Ankylosirung des Steigbügels diagnostiziren. Bei Exsudationsprozessen im Mittelohr und Ausfüllung der Räume durch succulente Schwellung dagegen fällt der Rinne'sche Versuch, wenn auch stets verkürzt, doch häufig noch positiv aus trotz relativ hochgradiger Schwerhörigkeit für die Sprache. Es erklärt sich dies daraus, dass sein Ausfall hier von ganz anderen physikalischen Momenten abhängig ist, als bei der reinen Fixation der Schallleitungskette, für welche die abgelaufenen chronischen Mittelohreiterungen und die Sklerose das Prototyp bilden.

Ich habe hier bereits einige Punkte über die diagnostische Bedeutung der Prüfung auf osteo-tympanalem Wege vorweg genommen, welche ich im Folgenden kurz besprechen möchte.

Sowohl der Schwabach'sche als der Rinne'sche Versuch bieten im Gegensatz zum Weber'schen und ebenso zum Gellé'schen Versuch den Vortheil, dass sie Schwellenwerthe feststellen. Dies gelingt um so leichter bei der Knochenleitung, als das Abklingen bei derselben ein viel rascheres ist wie in der Luftleitung, der Zeitpunkt des Verklingens also dementsprechend leichter angegeben werden kann[1]).

Aus dem gleichen Grunde ist auch für höhere Töne dieser Zeitpunkt leichter zu fixiren als für tiefere (Dennert)[2]).

Wenn das eine Ohr hochgradig schwerhörig und das andere annähernd oder ganz normal ist, so dürfen wir aus einem verkürzt positiven oder negativen Ausfall des Rinne'schen Versuchs keine diagnostischen Schlüsse ziehen, während ein entschieden positiver Ausfall auch unter diesen Verhältnissen diagnostisch wohl zu verwerthen ist. Ebenso darf der Schwabach'sche Versuch auch für diese Fälle als zuverlässig betrachtet werden, falls er eine entschiedene Verlängerung der Knochenleitung ergiebt. Sogar bei vollständiger Taubheit für einzelne Theile der Konversationssprache kann noch eine deutlich ausgesprochene Verlängerung wenigstens für tiefere Töne (A) in Knochenleitung vorhanden sein, wodurch uns neben Erkrankung des inneren Ohres eine wesentliche Störung am Schallleitungsapparat aufgedeckt wird (Spätstadien von Sklerosen).

Um die Zuverlässigkeit dieser verschiedenen Methoden an grösseren Untersuchungsreihen zu prüfen, durfte man nicht die sonstige Dia-

---

[1]) cf. „Erklärungsversuch zum Verhalten der Luft- und Knochenleitung beim Rinne'schen Versuch". Abhandl. II.

[2]) „Während der Moment des Verklungenseins sich für die hohen Töne in der Empfindung sehr distinkt markirt, zeigt das Gehörorgan tiefen Tönen gegenüber in dieser Beziehung ein unbestimmtes weniger präcises Verhalten." Berl. klin. Wochenschr. 1881, p. 254.

gnose als gesicherte Basis annehmen; denn auch bei intaktem Trommelfell und normalem Auskultationsgeräusch können beispielsweise Sklerosirungsprozesse aller Grade spielen und andererseits berechtigt uns ja auch ein pathologisches Trommelfell nicht, eine vorhandene Hörstörung mit Sicherheit in das Mittelohr zu verlegen, da wir oftmals neben den ausgedehntesten Veränderungen des Trommelfells eine annähernd normale Hörweite finden. Ich selbst habe mich davon gründlich durch meine Schuluntersuchungen, Prüfungen des Hörvermögens im Alter und Krankenuntersuchungen überzeugt.

Es dürfen also bei der Prüfung der in Rede stehenden Untersuchungsmethoden auf ihre Verlässigkeit zunächst nur diejenigen Erkrankungen berücksichtigt werden, welche eine unzweifelhafte Diagnose zulassen.

Vor Allem sind es die chronischen Mittelohreiterungen und ihre Residuen mit grösseren Trommelfellperforationen, bei welchen wir mit Sicherheit eine stärkere Fixation des Schallleitungsapparates schon durch das Uebergewicht des Musc. tensor tymp., ganz abgesehen von den übrigen Veränderungen im Einzelfalle, annehmen dürfen. Und sie sind es auch, welche uns durchgängig das reine funktionelle Bild der Leitungsstörung geben. Hier verzeichnet auch Schwabach ausnahmslos negativen Ausfall des Rinne'schen Versuchs („selbst bei geringgradiger Schwerhörigkeit") und ebenso Verlängerung der Knochenleitung in 100 % [1]), Uebereinstimmend erklärt Brunner [2]) in seiner jüngsten Arbeit die Konstanz im Verhalten des Rinne- und Schwabach'schen Versuches und des Defektes an der unteren bei Erhaltung an der oberen Tongrenze bei den genannten Affektienen „als eine Leuchte und einen Wegweiser auf dem bisweilen etwas unsicheren Pfade der funktionellen Hörprüfung."

Auch bei reinen Tubenaffektionen, welche den Schallleitungsapparat nur durch einseitige Belastung des Trommelfells affiziren, hat Siebenmann in einer Untersuchungsreihe [3]) stets das volle funktionelle Symptomenbild der Leitungshindernisse erhalten.

Noch reiner ist das funktionelle Bild, welches uns die Ruptur des Trommelfells nach Ohrfeigen und anderen leichten Traumen ergiebt. Hier besteht die Veränderung nur in dem Ausfall einer Anzahl von radiären Trommelfellfasern und einem dadurch bewirkten mässigen Uebergewicht des Tensorzuges. Mit Rücksicht auf den hohen Werth

---

[1]) l. c. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. XXXI, p. 107.

[2]) Zur diagnostischen Verwerthung der oberen und unteren Tongrenze etc. Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXVII, p. 265.

[3]) Hörprüfungsresultate bei reinem Tubenkatarrh. Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXII.

dieser reinen Fälle habe ich eine grosse Anzahl derselben funktionell genau untersucht und in zwei Arbeiten[1]) die sämmtlichen damals zur Untersuchung gekommenen Rupturen zusammenstellen lassen. Keines der von mir als charakteristisch für Fixation des Schallleitungsapparates aufgestellten Symptome hat hier jemals gefehlt. (Der Rinne'sche Versuch fällt natürlich hier, entsprechend der meist nur wenig herabgesetzten Hörweite für Sprache, meist noch positiv, aber immer in stärkerem Maasse verkürzt aus.) Die nachträgliche Restitution des Trommelfells lässt alle diese funktionellen Symptome verschwinden.

Sehr geeignet zur Entscheidung der Frage über den Einfluss des isolirten Tensorzuges sind Fälle, welche bei intaktem Schallleitungsapparate und normalem Hörvermögen ihren Tensor willkürlich anzuspannen im Stande sind. Die Erscheinungen, welche dabei eintreten, war mir vergönnt, an unserem Kliniker Prof. Moritz prüfen zu können, der diese Fähigkeit in so hohem Maasse besitzt, dass bei jeder Kontraktion Veränderungen am Trommelfellreflex sichtbar werden.

Den Hörbefund will ich wegen seines physiologischen Interesses hier kurz anführen:

Hörweite für Flüstersprache beiderseits 7 m und mehr. Untere Tongrenze beiderseits 16 v. d.

Obere Tongrenze im Galton beiderseits 1,6 (normal).

Vom Scheitel A und a′ ± 0, (d. h. mit mir gleich lang).

Während der Anspannung des Tensor tymp. bleibt die Hörweite für Flüstersprache unverändert.

Dagegen rückt die untere Tongrenze beiderseits von 16 v. d. bis zu B_1—E herein.

A wird, während die Spannung des Tensor andauert, um 18 Sek. verlängert gehört.

Auf die Knochenleitung für a′ und auf den Rinne-Versuch mit a′, sowie auf die obere Tongrenze im Galton hat die Anspannung ebensowenig Einfluss, als auf das Verständniss der Sprache.

Ist der übrige Schallleitungsapparat zerstört und nurmehr der Steigbügel mit seiner Sehne und dem Ligamentum annulare vorhanden, so wird das letztere straff gespannt durch den einseitigen Rückwärtszug des Musc. stapedius am Steigbügel; es finden sich daher die ausgesprochenen Symptome von Fixation des Schallleitungsapparates.

Auch in dem von mir veröffentlichten Falle von Extraktion des Steigbügels[2]) waren die gleichen Erscheinungen vorhanden und zwar

[1]) J. Nothers, Traumatische Perforationen des Trommelfells. Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXIII, und Max Spitter, Ueber traumatische Rupturen des Trommelfells. Inaug.-Dissert. München 1895.

[2]) cf. Abhandl. VII.

nach der Extraktion in etwas stärkerem Maasse ausgesprochen als vor derselben [1]).

Ebenso waren sie in hohem Maasse ausgesprochen in den zwei von mir untersuchten und publizirten Fällen von angeborener Atresie des Gehörgangs mit rudimentärer Muschel [2]). Bedingt sind sie hier nicht allein durch den Abschluss des Mittelohres nach aussen, sondern auch durch die hier regelmässig vorliegenden Defekte an der Gehörknöchelchenkette und durch die häufig gefundene stärkere Fixation des Steigbügels selbst oder seines Rudiments.

Wenn uns nun ganz die gleichen funktionellen Störungen bei intaktem Trommelfell und bei, nach dem auskultatorischen Befund, leerer Paukenhöhle in excessiver Prägnanz entgegentreten, wie dies bei den sogenannten Sklerosen der Fall ist, so sind wir doch berechtigt, auch hier auf eine Fixation und zwar wahrscheinlich an der wirksamsten Stelle des Schallleitungsapparats, d. i. an der Steigbügel-Fussplatte zu schliessen. Fünf im Leben funktionell genau untersuchte Gehörorgane dieser Art konnte ich obduciren [3]) und fand durchgängig Verkalkung oder partielle Verknöcherung des Ligamentum annulare [4]). Das gleiche Resultat haben die Sektions- und funktionellen Befunde von Katz, Politzer u. A. ergeben.

Ein Symptom, welches ich den bisher bereits bekannten noch hinzugefügt habe, nämlich den Hördefekt am unteren Theil der Tonskala für die Luftleitung habe ich in den obigen Erörterungen nur beiläufig erwähnt, weil ich dasselbe im Zusammenhang mit der Besprechung der mittelst Verwendung der kontinuirlichen Tonreihe zu erreichenden Ergebnisse bringen wollte.

Der Zufall hat es gefügt, dass Nürnberg, wo ich auf der 10. Versammlung süddeutscher und schweizer Ohrenärzte die erste Zusammenstellung einer kontinuirlichen Tonreihe vorgelegt habe, ebenso wie später weitere Vervollkommnungen derselben auf der Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte daselbst, nun zum dritten Male der Ort ist, an welchem ich die kontinuirliche Reihe in der Gestalt vorführen kann,

---

[1]) Vor der Extraktion war die untere Tongrenze in Luftleitung C, zehn Wochen nach der Extraktion A. Vor der Extraktion war der Rinne-Versuch mit a′ — 7, nachher — 10. Vor der Extraktion betrug die Verlängerung der Knochenleitung für A 12, nachher 17 Sek.

[2]) cf. Abhandl. X.

[3]) „Erklärungsversuch zum Verhalten der Luft- und Knochenleitung beim Rinne'schen Versuch mit einem Obduktionsfall." Abhandl. II „Ein Fall von Stapes-Ankylose etc." Abhandl. VIII. „Ein weiterer im Leben diagnostizirter Fall von doppelseitiger Stapes-Ankylose." Abhandl. IX.

[4]) Wie viel bei totaler Verknöcherung des Lig. annulare noch von Hörvermögen überhaupt übrig bleibt, muss vorerst als zweifelhaft bezeichnet werden.

welche sie durch die bis heute fortgesetzten unablässigen und aufopfernden Bemühungen unseres Münchener Physikers Prof. Edelmann gewonnen hat.

Handlicher sind diese neuen Instrumente allerdings nicht geworden; aber wenn wir Töne von genügender Intensität erzeugen wollen in einer Tiefe, für welche Orgelpfeifen von 32 und mehr Fuss Länge nothwendig sind, so bedürfen wir auch bedeutende Gewichtsmassen an den Stimmgabeln, wenn sie Wellen von so gewaltigen Dimensionen in genügend ausgiebige Bewegung versetzen sollen. Eine Verkleinerung und Verringerung des Gewichtes könnte nur auf Kosten ihrer Intensität und der Zeit ihres Ausschwingens erreicht werden. Damit würden sie aber an Brauchbarkeit für eine Reihe von Untersuchungen, insbesondere auch für die Prüfung der Taubstummen, verlieren; und gerade über die Letzteren zuverlässige Aufschlüsse zu erhalten, wird wohl Jedem von Ihnen wünschenswerth erscheinen, nachdem sich diese Untersuchungen für den wissenschaftlichen Ausbau der Pathologie sowohl, als auch der Physiologie des Ohres als so unerwartet aussichtsreich erwiesen haben.

Von der unteren Tongrenze (15 v. d., früher 16 v. d.)[1]) bis zu dem Ton c''' (früher a'') besteht wie bisher die Reihe aus belasteten Stimmgabeln. Früher war diese Tonstrecke auf 9, jetzt ist sie auf 10 Stimmgabeln vertheilt. Jede derselben enthält circa eine Quinte. Die einzelnen Intervalle sind eingezeichnet in halben Tönen und in Schwingungszahlen.

Durch diese neue Vertheilung auf eine grössere Zahl von Gabeln und durch die theilweise beträchtliche Vermehrung ihres Umfanges ist eine viel grössere Gleichmässigkeit in der Intensität des Tones auf der ganzen Strecke erreicht, als meine ursprüngliche Reihe bot.

Das obere Stück der Tonreihe von c'' an bis zur oberen Tongrenze ist enthalten in zwei gedackten Orgelpfeifchen und dem von Edelmann neuerdings weiter modifizirten Galtonpfeifchen.

An allen drei Pfeifen ist eine Vorrichtung angebracht, welche gestattet, die Weite der Mundöffnung zu ändern, die Pfeife zu intoniren, wie der Orgelbauer dies nennt. Dadurch sind wir in den Stand gesetzt, die Pfeifen für alle in ihnen enthaltenen Töne gleich gut ansprechend zu machen.

---

[1]) In Wirklichkeit ist dies noch nicht die untere Tongrenze. Ich besitze von Edelmann eine Stimmgabel mit mächtigen Gewichten, welche 11 Schwingungen in der Sekunde macht und vom vollkommen normalen Ohr noch perzipirt werden kann. Für unsere klinischen Untersuchungen dürfen indess 15—16 v. d. als untere Tongrenze ausreichend bezeichnet werden.

Eine besonders hohe Bedeutung hat diese Vorrichtung für denjenigen Theil des Galtonpfeifchens gewonnen, der die menschliche obere Tongrenze enthält. Mittelst einer Mikrometerschraube ist es nämlich möglich gemacht, die Mundöffnung des Galtonpfeifchens so genau einzustellen, dass die obere Tongrenze für das normale Ohr in den verschiedenen Exemplaren immer an die gleiche Stelle seiner Millimeterskala (auf 0,2—0,1) verlegt werden kann. Der oberste Grenzton tritt viel distinkter hervor als in den früheren Galtonpfeifchen und kann nun mühelos vom Geprüften angegeben und auf so grosse Distanz perzipirt werden, dass das gleichzeitige Blasen unhörbar wird.

Endlich hat Edelmann auf Grund von Berechnung ausser der bis jetzt gebräuchlichen Millimeterskala auch die wirklichen Tonhöhen bis nahe an die obere Hörgrenze auf dem neuen Instrument markirt Der oberste eingezeichnete Ton ist a^{VIII}, also ca. 55000 v. d.

Das Verlangen nach dem Besitz einer solchen kontinuirlichen Tonreihe, zunächst nach einer Vervollständigung gegen ihr unteres Ende, wurde in mir wachgerufen durch die ausnahmslos wiederkehrende Beobachtung, dass bei all den vorhin aufgezählten Mittelohraffektionen, welche zu einer Störung im labilen Gleichgewicht des Schallleitungsapparates geführt haben, grössere oder kleinere Defekte für die Luftleitung am unteren Ende der Tonskala nachweisbar sind.

Negativ gefasst hat diesen Satz bereits im Jahre 1880 Lucae in der Form ausgesprochen, dass, wenn die tiefen Töne bis zum Ausklingen gehört werden, „hierdurch von vornherein eine wesentliche Störung im schallleitenden Apparat ausgeschlossen erscheint“[1]).

Die Beobachtung, dass die Schwerhörigkeit, welche durch eine stärkere Anspannung des Trommelfelles mittelst forcirter Inspiration bei Verschluss von Mund und Nase künstlich erzeugt werden kann, keine gleichmässige für die hohen und tiefen Töne ist, sondern dass dabei nur Taubheit für tiefe Töne auftritt, ist schon von Wollaston[2]) gemacht und von Johannes Müller[3]) bestätigt worden. Der Letztere weist auch bereits auf die diagnostische Bedeutung dieser Erscheinung bei Tubenverschluss und Kontraktur des M. tensor tymp. hin.

Experimentell hat Politzer[4]) im Jahre 1893 bei Belastung der Gehörknöchelchen an der Leiche eine im Verhältniss stärkere Schwingung derselben konstatiren können, wenn er hohe als wenn er tiefe Harmoniumtöne dem Gehörgang durch einen Kautschukschlauch zuführte.

---

[1]) „Gute Perception der tieferen musikalischen Töne.“ Arch. f. Ohrenheilk. Bd. XV, S. 280.

[2]) Philos. Transakt. 1820.

[3]) Handbuch der Physiologie Bd. II, S. 437.

[4]) „Zur physiologischen Akustik“ etc. Arch. für Ohrenheilk. Bd. VI. S. 43.

Seitdem mir die Gesammtheit der Töne bis zu 16 und weniger Doppelschwingungen herab zur Verfügung steht, habe ich mich durchgängig in allen Fällen von Störung des labilen Gleichgewichts am Schallleitungsapparat nicht nur von einer wachsenden Verlängerung der Knochenleitung, sondern auch von einer zunehmenden Verkürzung der Luftleitung gegen das untere Ende der Skala hin überzeugen können. Ein je nach dem Grade der Schwerhörigkeit verschieden grosses Stück an der unteren Tongrenze erweist sich regelmässig als ganz ausgefallen und mittelst der kontinuirlichen Reihe können wir den Ton genau bestimmen, von welchem an nach abwärts der totale Hördefekt für Luftleitung besteht.

Eine Ausnahme bilden auch hier nur die akuten exsudativen Prozesse mit Ansammlung von Sekret in der Paukenhöhle, wie ich dies von Anfang an in allen meinen diesbezüglichen Arbeiten erwähnt und die wahrscheinlichen Gründe dafür angegeben habe[1]).

Die Prüfung der unteren Tongrenze ist, wenn wir nur das Auge ausschliessen und vom Untersuchten jedesmal den Moment angeben lassen, in welchem die Stimmgabel dem Ohr sich nähert, eine absolut sichere und übertrifft auch die Messung von Schwellenwerthen noch an Zuverlässigkeit, wie wir sie bei der Prüfung des Rinne-Versuchs und der Knochen- und Luftleitungsdauer im hörbaren Theil der Skala üben.

Wenn in allen Fällen von anatomisch nachweisbarer Fixation oder Zerstörung am Schallleitungsapparat ein je nach der Gesammt-Hörweite grösserer oder kleinerer Defekt für die Perception am unteren Ende

[1]) Brunner führt in seiner jüngsten Abhandlung (Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXVII, S. 258) ein einfaches Experiment an, welches uns über die Beeinflussung der Schallleitungskette durch einfache Anlagerung von Flüssigkeit Aufschluss giebt. Wenn er am normalen Gehörgange den Meatus mit Wasser füllte, so sank die obere Grenze im Galton von 0,4 auf 0,7, der vorher positive Rinne V. wurde negativ, die Stimmgabel von 16 v. d. wurde aber in Luftleitung noch gehört. Da es wohl keinen grossen Unterschied macht, ob die Flüssigkeit an der Aussen- oder Innenseite des Trommelfells anliegt, so zeigt uns dieser Versuch die Einwirkung von Flüssigkeit in Berührung mit dem Trommelfell und den benachbarten Knochenwänden.

In einem Fall von akuter linksseitiger Mittelohrentzündung nach Eindringen von Flüssigkeit bei der Weber'schen Nasendouche in die Paukenhöhle am Tag vor der Untersuchung konnte ich auch über den Einfluss einer Belastung des Trommelfells von innen her mit Flüssigkeit Aufschluss gewinnen:

Die vorher und auf der anderen Seite normale Hörweite für Flüstersprache war auf 65 cm (4) herabgesetzt. A. v. Scheitel i. l. + 20 Sek., a' v. Scheitel i. l. + 5 Sek. Rinne a' r + 22, l. + 10. Galton r. 0,8 (normale Grenze) auf $2^1/_2$ m Entfernung l. ebenfalls 0,8, aber nur auf 3 cm. Untere Tongrenze r. 16 v. d. und darunter, l. 24 v. d., also eine nur geringe Beschränkung, welche hinter derjenigen bei Sklerose etc. neben gleicher Herabsetzung des Hörvermögens weit zurückbleibt.

der Tonskala zu konstatiren ist, so sind wir gezwungen, in der Ueberleitung der tiefen Töne durch diesen Apparat überhaupt dessen physiologische Leistung zu erkennen.

Dass für die Zuleitung der hohen Töne eine intakte Schallleitungskette nicht nothwendig ist, geht daraus hervor, dass nach Entfernung von Trommelfell, Hammer und Ambos die obere Tongrenze nicht herabsinkt, sondern nach Blake und Burckardt-Merian sogar über die Norm steigen kann.

Dagegen scheint der Steigbügel eine gewisse Rolle bei der Ueberleitung hoher Töne zu spielen. Ich bin zu dieser Annahme gekommen, weil in dem oben erwähnten Fall von Extraktion des Steigbügels die obere Tongrenze, die vorher 1,7 (normale Grenze des benützten Galtonpfeifchens) war, nach seiner Entfernung auf 2,3 herabsank und nunmehr die Zahlen „7“ und „5“ am Schlechtesten perzipirt wurden.

Nach unseren klinischen Erfahrungen trifft man in der Regel neben den verschiedenen Erkrankungen des Mittelohres entweder gar keine oder eine nur unbeträchtliche Einschränkung an der oberen Tongrenze mittelst des Galtonpfeifchens.

Wo stärkere Verkürzung vorhanden ist, wie in relativ zahlreichen Fällen von Sklerose, da sind wir zu dem Schlusse berechtigt, dass der Anfang der Schneckenskala an der Erkrankung partizipirt. In den Fällen von Sektion bei Stapes-Ankylose, welche im Leben einen Defekt an dieser Stelle nachweisen liessen, konnten wir die Ausbreitung der dem Prozess zu Grunde liegenden Ostitis gerade auf dieses Stück der Labyrinthkapsel direkt nachweisen.[1]).

Den sonstigen funktionellen Befunden bei den sog. Sklerosirungsprozessen liegt wahrscheinlich eine Fixation des Steigbügels selbst zu Grunde.

Bereits v. Tröltsch[2]) hat die Vermuthung ausgesprochen, „dass eine ausgedehntere anatomische Untersuchung von sogenannten Sklerosefällen denselben möglicherweise eine völlig selbständige Stellung in der Reihe der Ohrenerkrankungen verschaffen werde.“

Seitdem ist unsere Kenntniss gerade dieser Krankheitsform auf Grund der seit Jahren konsequent durchgeführten eingehenden Funktionsprüfungen und zahlreicher Sektionsbefunde, denen insbesondere Politzer neuerdings eine grosse Zahl hinzugefügt hat, eine so vollkommene geworden, dass wir wohl Ursache haben, uns derselben zu freuen.

Wie einheitlich sich nicht nur das funktionelle, sondern überhaupt das gesammte klinische Symptomenbild dieser Erkrankung gestaltet, das haben meine statistischen Zusammenstellungen der Häufigkeitsskala für

---

[1]) cf. die Abbildung Taf. 1, Fig. 1. Abhandl. VIII.

[2]) Lehrbuch, V. Aufl. S. 263.

die einzelnen Symptome ergeben, wie sie insbesondere in der Form der graphischen Darstellung[1]) zu prägnantem Ausdruck gelangt sind.

Grössere Untersuchungsreihen von funktionellen Stimmgabelprüfungen, welche mit meinen bisher vielfach angefochtenen Ergebnissen im Grossen und Ganzen übereinstimmen, haben in der letzten Zeit Labit[2]), Alderton[3]), Brunner[4]) veröffentlicht.

Das vielgestaltige funktionelle Bild, unter welchem uns die jenseits des Mittelohres gelegenen Erkrankungen entgegentreten, genauer auszuführen, darauf muss ich hier verzichten.

Ehe wir überhaupt an eine sichere Diagnose dieser Krankheitsformen herantreten konnten, war es vor Allem nothwendig, genau bekannt zu sein mit all den Symptomen, welche die verschiedenen pathologischen Veränderungen am Schallleitungsapparat charakterisiren.

Da diese Symptome physikalisch bedingt sind, so können sie niemals fehlen, und ich bin im Gegensatz zu einer oft ausgesprochenen und in fast allen Publikationen über diese Untersuchungsmethoden wiederkehrenden Meinung der Ueberzeugung, dass schon jedes einzelne der oben aufgezählten Symptome als beweisend betrachtet werden darf, falls nur unsere Fragestellung eine richtige ist, d. h. falls wir nicht eine Entscheidung auch in denjenigen Fällen verlangen, bei welchen eine solche von vornherein nicht mit Sicherheit zu erwarten ist, wie bei einseitiger Schwerhörigkeit, relativ sehr grosser Hörweite und Exsudatansammlung.

Der auf die Luftleitung sich beschränkende Ausfall einer grösseren oder kleineren Strecke am unteren Ende der Tonskala — die gleichzeitige Verlängerung der Knochenleitung für die tieferen Töne, — ein stark verkürzter positiver Rinne bei relativ gutem, ein negativer Rinne bei stärker herabgesetztem Hörvermögen, vorausgesetzt, dass nicht das andere Ohr normal oder nahezu normal hört — jeder dieser Versuche für sich allein erscheint mir als beweisend, wenn wir nur Täuschungen von Seiten der Kranken ausschliessen können.

Was wir mit allen diesen Versuchen prüfen, ist ja immer Dasselbe: nämlich das direkt entgegengesetzte Verhalten zwischen Luft- und Knochenleitung, welches um so entschiedener zu Tage tritt, je tiefer wir in der Skala herabsteigen.

---

[1]) Ueberschau über den gegenwärtigen Stand der Ohrenheilk. Wiesbaden, Bergmann 1895, p. 183.

[2]) „Diagnostic des affect. de l'oreille par l'emploi du diapason", G. Labit, Paris 1893.

[3]) Stimmgabel-Untersuchungen mit Gabeln mittl. Höhe an über 600 Fällen. H. A. Alderton, Zeitschr. f. Ohrenheilk., Bd. XXVI. p. 298.

[4]) l. c.

Trotzdem werden wir bei der praktischen Ausführung unserer Hörprüfungen keinen dieser Versuche entbehren wollen; denn in ihrem übereinstimmenden Ausfall besitzen wir die sicherste Kontrole für die Zuverlässigkeit jeder Einzelangabe des Kranken; und es muss sogar für wünschenswerth erklärt werden, dass von einzelnen Untersuchern auch die ausserdem angegebenen Prüfungsmethoden immer wieder zur Kontrole herangezogen werden, wie dies beispielsweise für den Gellé-schen Versuch in der letzten Zeit von Bloch geschehen ist.

Als nothwendig für eine vollere Einsicht in die Ausbreitung der funktionellen Störungen über das Gesammt-Hörgebiet erscheint mir die Messung der Hör**dauer** für die Luftleitung in Oktaven- oder geringeren Abständen über die ganze Tonskala, wie sie von Lucae, Dennert, Hartmann, Gradenigo u. A. theilweise bereits seit Jahren durchgeführt wird.

Für die Prüfung der Knochenleitungsdauer erscheint es aus den früher bereits angeführten Gründen zweckmässig, sich auf die drei Oktaven A, a und a′ zu beschränken.

So zeitraubend diese Messungen der Hördauer in Luft- und Knochenleitung sind, und so wenig scharf, insbesondere in Luftleitung und bei den tieferen Tönen, das Moment des Ausklingens zu bestimmen ist, so bilden doch ihre Ergebnisse eine unentbehrliche Ergänzung des Krankheitsbildes, insbesondere für die vielgestaltigen Krankheitsherde des inneren Ohres.

Man hat bezüglich der letzteren nach meinen Erfahrungen viel zu viel Gewicht gelegt auf das ausschliessliche Ausfallen der hohen Töne. Ein Ueberblick über eine grössere Zahl derartig untersuchter Kranker ergiebt vielmehr, wie schon a priori anzunehmen war, dass eine Verkürzung der Hördauer resp. vollständige Defekte an jeder Stelle der Tonskala vorkommen, wenn auch nicht in gleicher Häufigkeit, und dass jeder dieser Defekte beweisend ist für eine Erkrankung des inneren Ohres, wenn nur gleichzeitig auch die Knochenleitung verkürzt ist oder ganz ausfällt.

Für die Mittelohraffektionen war mir von hohem Interesse die Gleichmässigkeit, mit welcher das Gehör in Luftleitung gegen das untere Ende der Tonskala abnimmt bis herab zu der Strecke, welche für das Gehör ganz ausfällt, wie sie uns aus den graphischen Darstellungen in der von Werhowsky unter meiner Leitung jüngst entstandenen Arbeit entgegentritt[1]). Durch diese Ergebnisse erhält erst der rein mechanische Effekt von Störungen am Schallleitungsapparat seine volle Beleuchtung.

---

[1]) „Prüfungen der Hördauer etc.“ Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. XXVIII.

Für die Erkrankungen des inneren Ohres, des Hörnerven und der cerebralen Hörgebiete aber hat sich uns ein ungeahnt reiches Feld in den Taubstummen-Untersuchungen eröffnet. Die funktionellen Defekte, welche uns hier entgegentreten, dürfen wir als scharf ausgesprochene Typen für bisher noch wenig oder nicht gekannte Krankheitsbilder betrachten, und sie können unserem Verständniss für eine Reihe von funktionellen Gehörsstörungen überhaupt in künftiger Zeit als Basis dienen.

Es bleibt mir noch übrig, die Frage zu erörtern, ob wir mit unseren gegenwärtigen Hörprüfungsmitteln im Stande sind, Taubheit zu konstatiren.

Wir müssen hier scheiden zwischen Taubheit für Sprache, neben welcher noch ein Gehör für Töne vorhanden sein kann, und absoluter Taubheit sowohl für die Sprache als auch für Töne.

Neben der Taubheit für Sprache können noch sehr beträchtliche Hörreste für Töne vorhanden sein. Trotzdem sind wir berechtigt, mit Rücksicht für das praktische Leben auch schon den vollständigen Ausfall des Sprachverständnisses Taubheit zu nennen, welche wir als relative der absoluten Taubheit für die gesammten Schalleindrücke gegenüberstellen können.

Die Prüfung der Taubstummen mit der kontinuirlichen Tonreihe hat mir gezeigt, dass es ein bestimmtes kleineres Stück der Tonskala ist, dessen Ausfall Taubheit für die Sprache zur Folge hat.

Die relative Taubheit lässt sich, wenn sie eine doppelseitige ist, leicht konstatiren.

Ebensowenig Schwierigkeit bietet die Feststellung absoluter doppelseitiger Taubheit mittelst der kontinuirlichen Tonreihe, welche jedem Ohr in kleinen Intervallen vorgeführt wird. Die Töne derselben, wenn sie direkt vor dem Ohr klingen, haben, insbesondere in der jetzigen vervollkommneten Gestalt der Reihe, eine solche Intensität, dass mit ihrem Ausfall der meines Erachtens genügende Beweis für absolute Taubheit geführt ist.

Schwieriger gestaltet sich die Feststellung einseitiger Taubheit.

Wo es sich um einseitige Taubheit für die Sprache handelt, da giebt die Dennert'sche Prüfungsmethode genügende Sicherheit, um einen etwaigen Antheil des anderen Ohres bei der Prüfung beurtheilen resp. ausschliessen zu können.

Grössere Schwierigkeiten bietet der sichere Ausschluss des anderen gesunden Ohres bei der Prüfung einseitiger absoluter Taubheit, zum Wenigsten für einen Theil der Tonskala.

Die Töne derselben verhalten sich mit Rücksicht auf ihre Leitungsfähigkeit durch die Luft gegen ihr unteres Ende ganz entgegengesetzt wie gegen ihr oberes Ende.

Von den tiefsten Stimmgabeln hinauf bis c′ verbreitet sich ihr Schall trotz der mächtigen Intensität, welche er direkt am Ohre besitzt, so wenig auf grössere Distanz in Luftleitung, dass wir das andere Ohr bei der Prüfung nicht einmal zu verschliessen brauchen.

Für die nächste Oktave, etwa bis c″, genügt ein Verschluss des anderen Ohres mit dem benässten Finger noch vollkommen, um dasselbe auszuschliessen.

Für die unteren fünf Oktaven bietet somit die kontinuirliche Tonreihe die vollkommensten Mittel, um absolute Taubheit zu konstatiren.

Je weiter wir aber von c″ in der Skala nach aufwärts steigen, desto unvollkommener gelingt der Ausschluss des anderen Ohres.

Wissen wir doch aus täglicher Erfahrung, dass die hohen Töne der Pfeifen, aus welchen der obere Theil der Tonskala besteht, ebensowohl wie die Töne gut gearbeiteter hoher Stimmgabeln, wie beispielsweise der beiden Lucae'schen Stimmgabeln c'''' und fis'''' durch verschlossene Thüren und durch Wände dringen!

Für diesen oberen Theil der Tonskala bleibt uns also, da er isolirt überhaupt nicht zu prüfen ist, nichts Anderes übrig, als dass wir eine Reihe von Kranken mit einseitiger Taubheit und normalem anderen Ohre aussuchen, an deren vollkommenem Erloschensein jeden Hörvermögens wir keinen Zweifel hegen können, und dass wir an ihnen feststellen, auf welche Zeitdauer die einzelnen Töne verschiedener Höhe im oberen Theil der Skala per Luft auf der unzweifelhaft gehörlosen Seite noch percipirt werden, wenn das gesunde Ohr möglichst dicht verschlossen ist.

Als solche Probefälle habe ich schon vor Jahren die einseitigen Labyrinth-Nekrosen erklärt, weil wir bei ihnen aus anatomischen Gründen, selbst wenn nur Theile des Labyrinths zur Ausstossung gekommen sind, eine vollständige Zerstörung der zarten nervösen Endapparate und ihrer Adnexe mit Sicherheit erwarten dürfen. Bekanntlich hat auch diese Annahme von Seiten einer Reihe von Ohrenärzten und neuerdings auch einiger Physiologen vielfache Anfechtungen erfahren. Die Gründe, warum ich mich diesen Zweifeln nicht anschliessen kann, habe ich theilweise bereits in meiner Arbeit über „Labyrinth-Nekrose und Facialisparalyse"[1]) auseinandergesetzt und neuerdings in meinem „Hörvermögen der Taubstummen"[2]) den alten Standpunkt gewahrt. Theophile Bec[3]), welcher meine Zusammenstellung von 45 Labyrinth-Nekrosen auf 65 Fälle vervollständigt hat, und ebenso Stanislaus von Stein, dessen zusammenfassendes Werk über „die Lehren von den Funktionen der

[1]) Wiesbaden, Bergmann, 1886.
[2]) Wiesbaden, Bergmann, 1896.
[3]) De la nécrose du labyrinthe etc. Lyon 1894.

einzelnen Theile des Ohrlabyrinths"[1]) sich eingehend mit dieser Frage befasst, sowie unter den Physiologen Hensen, Gad u. A. haben sich in gleichem Sinne ausgesprochen.

Meine Ueberzeugung wurde seitdem noch bestärkt durch die Untersuchung mehrerer einseitig Labyrinthlosen mit der kontinuirlichen Reihe, indem durchgängig in Luftleitung wenigstens derjenige Theil der Tonskala total ausfällt, der erfahrungsgemäss durch das andere verschlossene Ohr nicht gehört werden kann, nämlich deren ganze untere Hälfte bis mindestens zum c''.

In der letzten Zeit habe ich an zwei derartigen Fällen auch den oberen Theil der Tonskala genauer durchgeprüft und den Rest von Hördauer auf der betroffenen Seite für eine grössere Zahl von Tonhöhen mit der meinigen verglichen. Der Gehörgang des gesunden Ohres wurde mit nasser Watte bis in seinen knöchernen Theil verstopft und der hervorragende Pfropf noch mit dem Finger fest angedrückt.

Der 1. Fall ist der bereits in meiner »Labyrinth-Necrose etc.« als Fall 2 genauer beschriebene (Georg R.).

Der 2. Fall betrifft den Wagner Daniel K., 53 Jahre alt, von Seeg bei Füssen, der sich mir am 7. Dezember 1894 wegen einer seit der Kindheit fortdauernden linksseitigen Ohreiterung mit seit einem halben Jahre bestehenden heftigen Schmerzen, Polypenbildung und Facialis-Paralyse vorstellte. Schwindel, der bereits mehr als ein Jahr bestand und vollkommene Gehörlosigkeit liessen mich schon damals eine Caries mit Betheiligung des Labyrinths annehmen.

Am 10. Dezember wurde die Radicaloperation von mir ausgeführt und der Körner'sche Lappen gebildet. Von Mitte Januar 1895 ab bestand keine wesentliche Sekretion mehr. Der äussere Gehörgang war durch die Körner'sche Lappenbildung um mehr als das Doppelte erweitert.

Am 23. Februar entfernte die Spritze einen Sequester, welcher den grössten Theil der 1. Schneckenwindung darstellt.

Die unter den genannten Cautelen angestellte Hörprüfung ergab, dass vom unteren Theil der Tonskala bis herauf zu d'' auf dem affizirten Ohre per Luftleitung keine Spur gehört wird, ebensowenig bei leisem Einsetzen des Stimmgabelstieles in die Muschel oder in den Gehörgang; sobald der Druck um eine Spur gesteigert wird, wird gehört.

Die Ergebnisse der Hördauer für die geprüften Stimmgabeln gebe ich in der folgenden Tabelle im Verein mit denjenigen des ersten Falles (R.), wobei ich nur noch hervorheben möchte, dass beide auf dem anderen Ohre nahezu normal hörten.

---

[1]) Uebersetzung von Krzywiki.

Hörprüfung zweier Fälle von einseitiger Schnecken-Nekrose mit annähernd normalem anderen Orte.

	Georg R. [1]), 54 Jahre alt, Zimmermann, Entfernung von Theilen der Schnecke den 3. Nov. 1883. Hörprüfung den 4. März 1896.	Daniel K., 53 Jahre alt, Wagner. Entfernung eines grossen Theiles der I. Schneckenwindung den 23. Febr. 1895. Hörprüfung den 30. Sept. 1895.
Rechtes annähernd normales Ohr	Flüstersprache über 6 m (100). Untere Tongrenze unter 16 v. d. Obere Tongrenze im Galtonpfeifchen 0,9 auf 4 cm (normale Grenze 0,8).	Flüstersprache über 6 m (100). Untere Tongrenze unter 16. v. d. Obere Tongrenze im Galtonpfeifchen 0,9.
Linkes schneckenloses Ohr	Dauer per Luftleitung A II 0 „ „ A I 0 „ „ A 0 „ „ a 0 „ „ a' 0 „ „ a'' — 60 Sek. od. 0,17 „ „ f''' — 23 „ „ 0,3 „ „ c'''' — 42 „ „ 0,4 „ „ fis'''' — 14 „ „ 0,5 Obere Tongrenze im Galtonpfeifchen 1,1.	Dauer per Luftleitung A II 0 „ „ A I 0 „ „ A 0 „ „ a 0 „ „ a' 0 „ „ a'' — 58 Sek. od. 0,19 „ „ f''' — 25 „ „ 0,24 „ „ c'''' — 37 „ „ 0,47 „ „ fis'''' — 12 „ „ 0,57 Obere Tongrenze im Galtonpfeifchen 1,2.

Ein Vergleich der beiden Funktionsprüfungen mit einander ergiebt, dass von a'' ab bis zur oberen Tongrenze im Galtonpfeifchen eine gleichmässig ansteigende Hördauer für die einzelnen Töne vorhanden ist, ein Verhältniss, wie es von vornherein zu erwarten war, da uns die tägliche Erfahrung ergiebt, dass wir Töne um so weniger durch Verschluss des äusseren Ohres abzuhalten vermögen, je höher ihre Lage in der Skala ist.

Die für die Hördauer in Luftleitung gefundenen Zahlen fielen in beiden Fällen durchgängig annähernd gleichartig aus. Am oberen Ende

[1]) „Labyrinth-Nekrose etc., p. 4.

der Tonskala im Galtonpfeifchen beträgt der Defekt nur 0,2 resp. 0,3 Theilstriche.

Die hier gefundenen Zahlenwerthe können uns einen annähernden Massstab dafür geben, wie viel von den Tönen verschiedener Höhe noch von einem absolut tauben Ohre in das fest verschlossene andere gesunde Ohr hinübergelangen kann; und wir besitzen hiermit nunmehr auch eine ziemlich verlässige Methode, um absolute Taubheit für den oberen Theil der Tonskala bei normalem zweiten Ohre festzustellen.

XII.

Demonstration einer kontinuirlichen Tonreihe zum Nachweis von Gehördefekten,

insbesondere bei Taubstummen und die Bedeutung ihres Nachweises für die Helmholtz'sche Theorie[1]).

Mit einer Figur im Text.

Wenn irgend eine Fachdisziplin, sei ihr Untersuchungsfeld dem allgemeinen Wissen noch so entlegen, aus dem Schachte, dessen Bearbeitung ihr obliegt, Hilfsmittel zu Tage gefördert hat, deren Benützung auf ausgedehnteren Gebieten Erfolge verspricht, so gehört es zu ihren unabweisbaren Aufgaben, die Kenntniss derselben auch über ihre engeren Fachkreise hinaus zu verbreiten.

Als ein solches Hilfsmittel darf die kontinuirliche Tonreihe, eine zunächst aus den Bedürfnissen des Otiatrikers hervorgegangene Instrumentenreihe, bezeichnet werden, welche für eine genauere Analyse des Hörvermögens bestimmt ist. Ich durfte mich deshalb der ehrenden Aufforderung unseres Vorsitzenden nicht entziehen, die Tonreihe, wie sie im Lauf der Jahre allmählich von mir zusammengestellt worden ist, auch an dieser Stelle vorzulegen.

In seiner gegenwärtigen Form ist das Instrumentarium hergestellt von unserem Münchener Physiker Prof. Dr. Edelmann. Erst durch die nunmehr länger als drei Jahre fortgesetzte unablässige und aufopferungsvolle Arbeit dieses weltbekannten Technikers hat es die Vervollkommnung erreicht, welche dasselbe nicht nur für ohrenärztliche, sondern auch für physikalische, physiologische und psychophysische Untersuchungen als geeignet erscheinen lässt.

In der unteren Hälfte der Tonskala von H_3 (15 vibr. doubl.) bis zu c''' (1024 vibr. doubl.) werden die einzelnen Töne der Tonreihe er-

---

[1]) Vortrag, gehalten in der I. Sektion des III. internationalen Kongresses für Psychologie in München, 1896. — Zeitschr. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. Bd. XIII, 1896.

zeugt durch 10 Stimmgabeln mit verschiebbaren Laufgewichten. Für physiologische Zwecke kommt dazu noch eine 11. Stimmgabel mit mächtigen Gewichten, deren Schwingungszahlen von 18 bis 11 herabreichen. Der unterste Ton von 11 v. d. wird nurmehr von einem Theil sonst normalhöriger Gehörorgane percipirt. Jede Stimmgabel enthält die sämmtlichen Töne von beiläufig einer Quinte und kann durch Verschiebung der Gewichte auf jeden innerhalb dieses Intervalls liegenden Ton eingestellt werden. Der höchste Ton jeder tieferen Stimmgabel ist auch in der nächst höheren wieder als unterster Ton enthalten.

Je weiter wir in der Skala herabsteigen, desto mehr muss die Länge der Zinken und die Schwere der Belastungsgewichte anwachsen. Wenn wir Luftwellen von so gewaltigen Dimensionen in ausgiebige Bewegung versetzen wollen, dass für deren Erzeugung Orgelpfeifen von 32 und mehr Fuss Länge nothwendig sind, so bedürfen wir dazu auch grosser Dimensionen an den Stimmgabeln. Dieselben werden daher gegen das untere Ende ziemlich unhandlich. Die unterste und grösste, bis zu 11 v. d. herabreichende Stimmgabel befindet sich gerade an der Grenze, welche noch gestattet, sie mit freier Hand vor dem Ohre zu halten.

Soweit ein darauf eingeübtes Ohr ohne weitere Hilfsmittel darüber entscheiden kann, sind die sämmtlichen Töne dieser belasteten Stimmgabeln vollkommen frei von Obertönen. Eine graphische Darstellung der Schwingungen sowohl an den Zinken als am Stiel ergiebt reine Pendelschwingungen, wie sie einfache Töne charakterisiren.

Eine solche Aufschreibung der tiefen Stimmgabel bei 16 v. d. sowohl von den Zinken als vom Stiel aus kann ich Ihnen hier vorlegen (cf. Abbildung). Durch eine Hebelvorrichtung sind die Schwingungen des Stieles neben diejenigen der Zinken verlegt worden, und Sie können sich davon überzeugen, dass beide sich in ihrer Form vollkommen gleich verhalten, dass also am Stiel, zum Wenigsten bei diesen Stimmgabeln, nicht die Oktave des Grundtones der Gabel zum Vorschein kommt, wie dies für andere Stimmgabeln von einigen Forschern gefunden wurde.

Einen weiteren Beweis dafür, dass die Stimmgabeln mit der für unsere Tonreihe gewählten Belastungsgrösse frei von Obertönen sind, erhalten wir aus der Beobachtung von Ohrenkranken. Es existiren nämlich einige häufig vorkommende, später genauer zu erörternde Erkrankungsformen des Ohres, bei welchen wir konstant einen grösseren oder kleineren vollkommenen Hördefekt am unteren Ende der Tonskala nachweisen können. Wir überzeugen uns nun, wenn wir diese Kranken mit den unterhalb ihres unteren Grenztones liegenden Stimmgabeln untersuchen, dass innerhalb ihres pathologischen Defektes nicht nur der Grundton der in den Defekt fallenden Stimmgabeln ausgefallen ist, sondern dass die Kranken, wenn wir nur das Auge ausschliessen, keine Ahnung

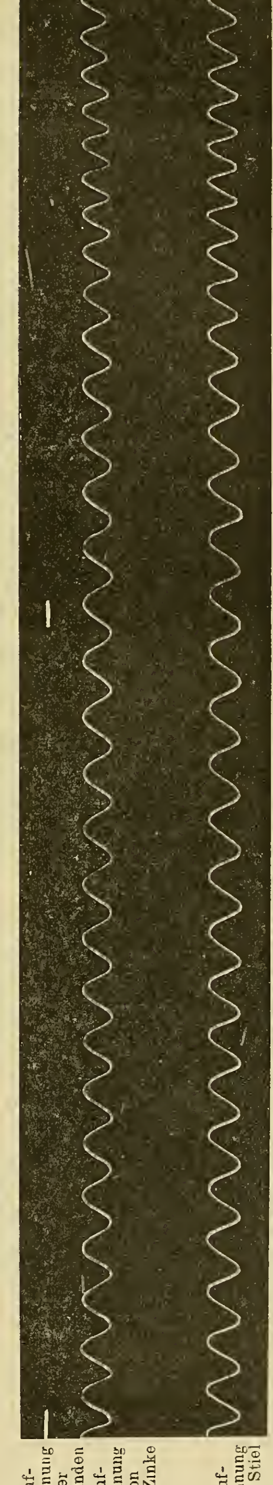
davon haben, ob überhaupt die in starke Schwingung versetzte Gabel direkt vor dem Ohre sich befindet oder nicht. Es ist daher auch diese pathologische Hörgrenze meist sehr scharf, bis auf einen halben Ton, zu bestimmen.

Aus diesen für den Ohrenarzt täglich wiederkehrenden Beobachtungen geht zunächst hervor, dass auch die Schwingungen dieser tiefen Stimmgabeln trotz ihrer grossen Elongationen keine taktile Empfindung bei ihrer Annäherung an die Muschel hervorbringen.

Da aber die betreffenden Kranken mit Hördefekt am unteren Ende der Tonskala (für die Luftleitung) ein um so vollkommeneres Gehör besitzen, je höher wir in der Skala hinaufsteigen, wie wir uns durch Prüfung mit den in der Reihe ja ebenfalls enthaltenen höheren Stimmgabeln überzeugen können, so dürfen wir auch schliessen, dass Obertöne, zum Mindesten soweit sie für die Hörprüfung in Betracht kommen, in den tiefen Stimmgabeln der vorliegenden Tonreihe nicht vorhanden sind.

Mit Hilfe dieser 10 Stimmgabeln sind wir also in den Stand gesetzt, jeden beliebigen innerhalb der unteren sechs Oktaven gelegenen Ton isolirt und von Obertönen frei zu erzeugen, und zwar bis zu einer solchen Stärke, dass sein Ausfall als Taubheit für den betreffenden Ton bezeichnet werden darf.

Etwa von der grossen Oktave an nach aufwärts macht sich bei sämmtlichen Tönen der Stimmgabelreihe ein anscheinend hochliegendes, musikalisch nicht genau bestimmbares Schwirren bemerklich, wenn die Zinken sehr stark angeschlagen und der Ohrmuschel bis nahe zur Berührung angenähert werden; bei etwas grösserer Entfernung und ebenso bei etwas weniger starkem Anschlag klingt der Ton rein, ebenso, auch nach stärkstem Anschlag, beim Aufsetzen des Stimmgabelstieles auf den Scheitel. Unterhalb der grossen Oktave fehlt auch in der Luftleitung dieses



Schwirren. Setzen wir aber die tiefen Stimmgabeln mit ihrem Stiel auf eine Tischplatte auf und legen den Kopf auf die letztere, so tritt dasselbe auch für sie mit grosser Stärke hervor.

Nach Helmholtz kommt dieses Schwirren wahrscheinlich dadurch zu Stande, dass in Folge der starken Erschütterung die beiden Flächen des Sperrgelenks zwischen Hammer und Ambos sich theilweise von einander loslösen und gegeneinander schlagen.

Jedenfalls entsteht dasselbe nicht in der Stimmgabel selbst, sondern erst im Schallleitungsapparat des Ohres, da es sonst auch hörbar sein müsste, wenn die Stimmgabeln nach stärkstem Anschlag auf den Scheitel aufgesetzt werden.

Für die Hörprüfung braucht das Vorhandensein dieses von der grossen Oktave an beginnenden Schwirrens beim Hören der Stimmgabeln vor dem Ohre nur selten in Betracht zu kommen.

Doch scheinen hierher einige seltene Fälle von hochgradiger Schwerhörigkeit aus meiner Beobachtung zu gehören, welche die Annäherung der verschiedensten Stimmgabeln nur als ein unbestimmbares Geräusch zu hören angaben, das sich bei den hohen und tiefen Tönen ganz gleich blieb, so dass die jeweilige Höhe des Tones für diese Kranken, unter denen auch ein Klaviermacher sich befand, vollkommen unbestimmbar blieb.

In der grossen Mehrzahl der von mir untersuchten Fälle wurden dagegen die Töne in der ganzen Ausdehnung der Skala entweder bei einer bestimmten Intensität richtig gehört oder sie fielen ganz aus.

Die obere Hälfte der Tonreihe, von e″ an[1]), wird hervorgebracht durch drei gedackte Orgelpfeifchen mit verschiebbarem Stempel, von denen das höchste unter dem Namen des Galtonpfeifchens von Burckhardt-Merian 1884 in die otologische Praxis eingeführt worden ist.

In die Strecke der Tonskala, welche im Galtonpfeifchen enthalten ist, fällt die obere Tongrenze für das menschliche Ohr; oberhalb dieser Grenze verschwindet das Pfeifen für unser Ohr, und bleibt nur mehr ein leises Anblasegeräusch übrig, welches auch schon vorher neben den leisen höchsten Tönen immer mehr vorwiegt, je mehr wir uns der oberen Grenze nähern. Entfernen wir das Pfeifchen weit genug vom Ohr, so verschwindet dieses Anblasegeräusch, während das Pfeifen noch auf grössere Entfernung, für ein normales Ohr auf 5 m und mehr, hörbar bleibt, also auf diesem Wege auch von seinen Nebengeräuschen isolirt werden kann.

Die gedackten Pfeifen gehören ebenfalls zu den relativ obertönefreien Instrumenten. Wenn sie auch in dieser Beziehung hinter den

---

[1]) Das Stück von *e″* — *c‴* ist sowohl in den Stimmgabeln als in den Pfeifen vorhanden.

belasteten Stimmgabeln zurückstehen, so reichen sie, wie mir die Erfahrung gezeigt hat, für unsere klinischen Hörprüfungen doch aus; denn abgesehen von der Bestimmung der oberen Tongrenze bedürfen wir dieser höheren Töne nur bei hochgradig Schwerhörigen und bei Taubstummen, bei welchen es mir oftmals möglich war, mit ihrer Hilfe Lücken oder Inseln im oberen Hörbereich nachzuweisen.

Ein sehr leises aber doch von dem Anblasegeräusch sicher unterscheidbares Pfeifen beginnt in dem Edelmann'schen Galtonpfeifchen bereits bei einer Cylinderhöhe von 0,2 mm des Pfeifenrohres. Diese höchsten Töne reichen nach den Berechnungen von Edelmann bis ungefähr zum oberen Ende der 8-gestrichenen Oktave hinauf (der oberste in der Pfeife eingezeichnete Ton ist a^{VIII}, über den aber das Pfeifen noch ein Stück hinaus gehört wird).

Nach den Ergebnissen, welche mit Hilfe der hier zusammengestellten Instrumente zu gewinnen sind, liegt somit die untere Grenze der vom menschlichen Ohre percipirbaren Schallwellen bei 11 Doppelschwingungen oder noch etwas niedriger, die obere Grenze bei 55000 und mehr Doppelschwingungen in der Sekunde.

Die Tonreihe, welche durch diese beiden noch sicher percipirbaren Schwingungszahlen nach oben und unten begrenzt wird, umfasst etwas über 12 Oktaven.

M. H.! Die Fähigkeit unseres Ohres, sowohl jeden einzelnen Ton nach seiner Lage in der Skala genau zu bestimmen, als auch eine ganze Reihe von zusammenklingenden Tönen gleichzeitig aufzufassen, wird uns nur verständlich durch die Annahme eines an den Enden der weit verzweigten Acusticusausbreitung angebrachten mechanischen Hilfsapparates, der die Eigenschaften unserer chromatisch angeordneten Saiteninstrumente besitzt, dass jedem einzelnen Tone der ganzen Skala je ein Element in diesem Hilfsapparat entspricht, welches durch ihn in Mitschwingung versetzt wird und eine an ihm endende Nervenfaser erregt.

Die zwingende Nothwendigkeit eines solchen Hilfsapparates und sein wahrscheinliches Vorhandensein in der Schnecke des Ohres klargelegt zu haben, ist eines der Verdienste von Helmholtz, welche seinen Namen unsterblich machen.

Als mitschwingendes Organ erscheint am Geeignetsten die Membrana basilaris der Schnecke.

Der Anordnung ihrer successive gegen die Kuppel der Schnecke sich verlängernden quergespannten Fasern entsprechend, muss angenommen werden, dass die Perception von den höchsten bis zu den tiefsten Tönen in der Richtung vom Anfang der untersten Schneckenwindung bis zur Kuppel vertheilt ist.

Diese Theorie von Helmholtz ist, obgleich er selbst sie stets nur als eine Hypothese bezeichnet hat, doch heute die Basis für unser ganzes otologisches Denken geworden; denn ohne dieselbe müssten wir auf ein genaueres Verständniss der funktionellen Vorgänge im Ohr überhaupt einfach verzichten.

Ihre thatsächliche und unanfechtbare Begründung kann diese Theorie aber nur durch genaue Funktionsprüfungen am erkrankten Ohre des Menschen finden.

Vor allem sind es partielle Zerstörungen innerhalb der Schnecke, welche hier Aufschluss zu geben im Stande sind. Derartige Zerstörungen müssen nach der Theorie von Helmholtz auch einen partiellen, das heisst auf einzelne Tongruppen beschränkten Ausfall in der vom menschlichen Ohre percipirten Skala zur Folge haben.

Die erste und wichtigste Frage ist daher:

Kommen überhaupt derartige Lücken im Verlauf der Skala oder an ihren Enden in Wirklichkeit zur Beobachtung?

Ist dies der Fall, so ist die zweite Frage, welche wir zu stellen haben: Lassen sich an den Stellen, welche derartigen Lücken nach unseren obigen Voraussetzungen im Verlaufe der Lamina spiralis entsprechen, auch wirklich pathologisch-anatomisch bei der Sektion Zerstörungen nachweisen?

Wie leicht in dieser Richtung gemachte Experimente an Thieren zu Täuschungen führen können, das beweist die bis zum heutigen Tage nur unvollkommen entschiedene Frage, ob nicht sogar nach totaler Entfernung des häutigen Labyrinths bei Thieren noch ein Rest von Gehör zurückbleibt.

Beim Menschen bedingt ein Verlust der Schnecke, wie wir ihn nach Labyrinthnekrose beobachten können, wenigstens nach meinen eigenen Beobachtungen, ausnahmslos vollkommene Taubheit des betroffenen Ohres.

Beispiele von partiellen Defekten und Lücken in der Perception der Tonskala liegen schon ziemlich zahlreich in der ohrenärztlichen Litteratur vor. Auch eine Reihe von Sektionsberichten existirt bereits, welche Nervenatrophie etc. in den entsprechenden Regionen der Schnecke ergeben haben.

Direkt gegen die Helmholtz'sche Theorie würde nur eine pathologisch-anatomisch in der Schnecke nachgewiesene Zerstörung sprechen, ohne dass vorher im Leben ein entsprechender Hördefekt bestanden hätte. Ein solcher Befund liegt meines Wissens, wenigstens vom Menschen, bei dem allein eine vollkommen zuverlässige Hörprüfung möglich ist, bis heute nicht vor.

Wenn überhaupt von der Untersuchung der Schneckenerkrankungen an der Leiche sichere Aufschlüsse erwartet werden sollen, so muss vorher im Leben das Gehörorgan auf seine Perception für die gesammte Tonskala geprüft sein.

Da auch die Geräusche eine gewisse Tonhöhe erkennen lassen und deshalb wahrscheinlich in der Schnecke zur Perception gelangen, so darf unter der letzteren Voraussetzung mit der Prüfung der Perception für die gesammten Töne die Hörfunktion des Ohres als vollständig analysirt betrachtet werden.

Diese Erwägungen haben mich veranlasst, seit einer Reihe von Jahren an der Zusammenstellung einer lückenlosen Reihe von einzelnen reinen Tönen zu arbeiten, welche in ihrer gegenwärtigen Gestalt den gesammten menschlichen Hörbereich umfasst.

Seit ich im Besitz der kontinuirlichen Tonreihe bin, habe ich nach Tonlücken unter den Ohrenkranken gesucht und habe eine ziemliche Anzahl solcher Fälle sammeln können.

Die Aufgabe ist indess nicht so einfach, als sie auf den ersten Blick erscheint.

Vor Allem sind wir ausser Stande, das andere Ohr, falls dasselbe nicht ebenfalls hochgradig schwerhörig oder taub ist, bei der Prüfung auszuschliessen.

Inwieweit dies unmöglich ist, davon kann man sich leicht überzeugen an Fällen mit unzweifelhafter einseitiger Taubheit. Als solche Fälle dürfen Kranke betrachtet werden, bei welchen das Labyrinth auf einer Seite früher zur nekrotischen Ausstossung gekommen ist. Zwei solche Kranke, denen ich selbst einige Jahre zuvor die Schnecke auf der einen Seite als Knochensequester entfernt habe, während ihr anderes Ohr annähernd normal hört, konnte ich mit der kontinuirlichen Tonreihe untersuchen. Der Gehörgang des gesunden Ohres wurde bis in seinen knöchernen Theil mit nasser Watte verstopft und der hervorragende Pfropf noch mit dem Finger angedrückt. Der Hörbefund war in beiden Fällen der gleiche: Vom unteren Ende der Tonskala bis herauf in die zweigestrichene Oktave hört das schneckenlose Ohr absolut nichts, weder wenn die starkschwingende Stimmgabel mit ihren Zinkenenden direkt vor die Muschel gehalten, noch wenn ihr Stiel in die Muschel oder in den Gehörgang leise aufgesetzt wurde. Sobald der Druck verstärkt wurde, erklang der Ton, wobei es dem Kranken nicht immer möglich war, zu unterscheiden, in welchem Ohre. Die Knochenleitung muss aus dem letzteren Grunde für diese Prüfungen als leicht zu Täuschungen führend, ganz ausgeschlossen werden. Innerhalb der zweigestrichenen Oktave begann ein Hören auch per Luftleitung von dem tauben Ohre aus, und zwar verlängerte sich die Hördauer für die

einzelnen Stimmgabeltöne successive um so mehr, je mehr ich in der Skala emporstieg. Für den Ton fis in der viergestrichenen Oktave betrug die Hördauer bereits die Hälfte derjenigen des normalen Ohres, und für die leisen Töne im Galtonpfeifchen an der oberen Hörgrenze fand sich nur mehr eine geringe Einschränkung.

Wenn wir berücksichtigen, dass starke Töne von einer gewissen Höhe an durch verschlossene Thüren und durch Wände dringen, so dürfen wir auf dieses anscheinende Hören des schneckenlosen Ohres in der oberen Hälfte der Skala bei Verschluss des anderen gesunden kein Gewicht legen. Können wir uns doch auch bei doppelseitigem Verschluss unseres eigenen Ohres überzeugen, wie laut die hohen Töne trotzdem perzipirt werden.

Bei den erwähnten Versuchen kommt aber noch ausserdem in Betracht, dass diese Töne sehr wahrscheinlich von dem unverschlossenen schneckenlosen Ohre aus auch in transversaler Richtung die kurze Knochenstrecke bis zum anderen intakten Ohre durchdringen, wobei das offene schneckenlose Ohr, obgleich gehörlos, doch als Schallfänger wirkt.

Es ergiebt sich somit aus diesen Versuchen am schneckenlosen Ohre, dass wir bei einseitiger Hörstörung überhaupt nur die untere Hälfte der Tonskala mit voller Sicherheit zu prüfen im Stande sind.

Für diese aber findet sich nach Labyrinthnekrose ausnahmlos vollkommene Taubheit.

Bei der Beurtheilung von Hördefekten, welche nicht die ganze, sondern nur ein Stück der Tonskala betreffen, müssen wir fernerhin berücksichtigen, dass derartige Defekte keineswegs ausschliesslich durch Labyrintherkrankung bedingt zu sein brauchen. Sie können vielmehr auch ebensowohl durch peripher als durch central vom Labyrinth gelegene Erkrankungen hervorgerufen werden.

So hat mir die konsequent durchgeführte Untersuchung mit der kontinuirlichen Tonreihe ergeben, dass bei den so häufigen Erkrankungen des Mittelohres mit objektiv nachweisbarer Zerstörung oder Fixation an der Schallleitungskette regelmässig ein, je nach dem Grad der Störung, grösserer oder kleinerer Defekt am unteren Ende der Tonskala vorhanden ist. Bei hochgradigen objektiv nachweisbaren Veränderungen beträgt dieser Defekt mehrere Oktaven. Von seinem oberen Ende nach aufwärts in der Skala nimmt die Hördauer für die einzelnen Töne successive und gleichmässig zu.

Da diese Verhältnisse bei den genannten Erkrankungsformen des Mittelohres ausnahmslos wiederkehren, wie ich mich durch tausendfältig wiederholte Untersuchungen überzeugt habe, so erscheint es mir berechtigt, in der Ueberleitung des unteren Theils der Tonskala aus der

Luft zum Labyrinth überhaupt die physiologische Funktion des Schallleitungsapparates zu suchen.

Eine Verwechslung dieses vom Mittelohr aus bedingten Defektes an der unteren Tongrenze mit Defekten des Nervenendapparates in der Strecke, welche die Theorie von Helmholtz dafür in Anspruch nimmt, d. h. in den oberen Windungen der Schnecke ist indess leicht zu vermeiden.

Der durch Erkrankung des Schallleitungsapparates bedingte Ausfall betrifft nämlich nur die Luftleitung, nicht gleichzeitig die Knochenleitung. Bei Schneckendefekten dagegen muss selbstverständlich auch die Knochenleitung ausfallen. Ist ausschliesslich der Schallleitungsapparat erkrankt, so findet sich im Gegentheil die Knochenleitung sogar mehr oder weniger weit über die Norm, und zwar ebenfalls konstant, verlängert, ein Symptom, auf dessen Zustandekommen genauer einzugehen hier zu weit abführen würde. Die eben erwähnte Verlängerung der Knochenleitung erlaubt uns sogar bei einseitiger Erkrankung diese beiden Formen von Defekt an der unteren Tongrenze mit Sicherheit auseinander zu halten.

Schwieriger gestalten sich die Verhältnisse bei Hördefekten, welche ihre Ursache in einer Erkrankung des Nervus acusticus selbst jenseits des Labyrinths, in seinem Wurzelgebiet, den Acusticuskernen, seinen weiteren centralen Bahnen und schliesslich in seinem Hirnrindengebiet haben.

Was die Erkrankung des Acusticus und der ihm zugehörigen Bahnen betrifft, so ist die Möglichkeit einer Entstehung von partiellen Defekten auf ihren Wegen allerdings sehr wohl denkbar. In der grossen Mehrzahl der Fälle wird indess hier die gleichzeitige Betheiligung benachbarter Hirnnervengebiete unsere Diagnose leiten können.

Ob in der Hirnrinde selbst Hörlücken für einzelne umschriebene Strecken der Tonskala entstehen könneu, darüber dürfen wir wohl überhaupt zweifelhaft sein.

Die Zerlegung der gesammten Schalleindrücke in einzelne Töne ist nach der Hypothese von Helmholtz eine mechanische Funktion der Schnecke. Für unser Bewusstsein ist diese Analyse von Jugend auf in den Hintergrund getreten, und nur durch künstliche Hilfsmittel oder spezielle Einübung können wir dahin gelangen, beispielsweise in dem anscheinend einfachen Ton eines Musikinstruments dessen einzelne Komponenten heraus zu hören.

Unter der Leitung der Gesammtsinneseindrücke haben wir vielmehr vom Beginn eines bewussten Hörens an gelernt, auch die Schalleindrücke auf die Objekte zu beziehen, von welchen sie ausgehen, und den momentan von einem Objekt herrührenden Komplex von Tönen und Geräuschen als Ganzes aufzufassen.

Die Elemente für unsere bewussten Schalleindrücke werden nicht dargestellt von der Reihe einfacher Töne, wie sie in der kontinuirlichen Tonreihe vorhanden sind, sondern vielmehr von den Klängen der verschiedenen Musikinstrumente, den mannigfaltigen zusammengesetzten Geräuschen, Säuseln, Plätschern, Rauschen etc., den Sprachlauten, kurz den ungezählten Lautkomplexen, welche unser Ohr treffen. Alle diese Höreindrücke haften als Ganzes in unserer Erinnerung, und wir dürfen wohl auch annehmen, dass ihre Lokalisation in der Hirnrinde dementsprechend und nicht entsprechend der Tonreihe angeordnet ist.

Es lässt sich daher auch nicht erwarten, dass durch eine partielle Zerstörung der Hirnrinde einfach Lücken in die Tonreihe gerissen werden.

Dazu kommt noch, dass jedes Ohr mit beiden Hirnhemisphären in Verbindung steht, woran wir nach den Ausführungen von Lichtheim nicht mehr zweifeln können. Denn würde eine vollkommene Kreuzung der Hörnerven bestehen, so müsste ja eine rechtsseitige absolute Taubheit gleichzeitig Sprachtaubheit zur Folge haben. Dass dies nicht der Fall ist, lässt sich leicht hundertfach konstatiren. Ich brauche nur beispielsweise auf die rechtsseitigen Labyrinthnekrosen hinzuweisen.

Eine Zerstörung in der Hörsphäre des Schläfenlappens müsste demzufolge, um Hörlücken zu machen, nicht nur stets eine doppelseitige sein, sondern es müssten auch jedesmal gleichzeitig auf beiden Seiten die gleichen Stellen der Hörsphäre betroffen sein.

Auf Grund dieser Erwägungen scheint es berechtigt, an dem Zustandekommen von einfachen Tonlücken durch Zerstörungen in der Hirnrinde und den primär von ihr ausgehenden Bahnen überhaupt zu zweifeln.

Verschiedene Gründe legten mir die Vermuthung nahe, dass insbesondere bei Taubstummen häufiger Tonlücken zu erwarten sein müssten:

1. Ist es eine seit Langem bekannte Thatsache, dass eine bedeutende Zahl von Taubstummen noch grössere oder kleinere Reste von Hörvermögen besitzt.

2. Soweit pathologisch-anatomische Untersuchungen von Taubstummen vorliegen, haben sie in ihrer grossen Mehrzahl Veränderungen im Labyrinth ergeben. Eine Mittelohraffektion für sich allein scheint nach unseren Erfahrungen überhaupt nicht ausreichend, um Sprachtaubheit zu verursachen.

3. Endlich fällt bei Taubstummen die bei den übrigen Ohrenkranken so häufig uns entgegentretende Schwierigkeit weg, das zweite gut hörende Ohr von der Untersuchung auszuschliessen.

Einerseits um zu erfahren, wie oft und in welcher Form überhaupt Lücken im menschlichen Hörbereich vorkommen können, andrerseits

um die von mir zusammengestellte kontinuirliche Tonreihe auf ihre durchgängige Verwerthbarkeit, auch bei den geringsten Hörresten, zu prüfen, habe ich vor einigen Jahren die 79 Insassen des königlichen Central-Taubstummen-Instituts in München durchuntersucht.

Wie vollkommen meine Erwartungen bestätigt worden sind, das können Sie mit einem Blick auf die vorliegenden Tafeln[1]) überschauen. Dieselben geben in graphischer Darstellung, eingezeichnet in die Tonskala, die Hörstrecken wieder, welche sich in den Gehörorganen der untersuchten Taubstummen vorgefunden haben, soweit sie überhaupt noch ein Hörvermögen besassen.

48 Gehörorgane erwiesen sich als total taub.

Ein Taubstummer war nicht genauer zu prüfen.

Die Hörenden habe ich in sechs Gruppen eingetheilt.

Die I. Gruppe derselben enthält eine Anzahl von 28 Gehörorganen, welche nurmehr eine „Insel“ besassen, wie wir diese Form von Hörrest bezeichnen können. Die kleinste Insel umfasste nur zwei halbe Töne. Zu den Inseln wurden alle Fälle gerechnet, deren Hörbereich $2^1/_2$ Oktaven nicht überschritt.

Die II. Gruppe stellt „Lücken“ verschiedenen Umfangs innerhalb der Kontinuität der Tonskala dar. Ihr gehören 20 Gehörorgane an, und zwar 16 mit einfachen und 4 mit doppelten Lücken.

Die III. Gruppe wird nur von einem einzigen in mehrfacher Beziehung singulären Fall dargestellt, dem die ganze obere Hälfte der Tonskala fehlt, während er in der unteren Hälfte eine der Norm nahestehende Hörfähigkeit aufweist.

Die IV. Gruppe (mit 8 Gehörorganen) zeigt verschieden grosse Defekte an der unteren und zugleich an der oberen Grenze.

Die V. Gruppe (mit 18 Gehörorganen) bietet ausgedehntere Defekte nur an der unteren Grenze der Tonskala.

M. H.! Wenn Sie alle die verschiedenen Defekte dieser fünf Gruppen überschauen, so finden Sie unter ihnen so ziemlich eine jede Möglichkeit von partieller Zerstörung des Perceptionsapparates im Ohre vertreten, sowohl was den verschiedenen Umfang der hörempfindlichen und unempfindlichen Stellen, als was ihre wechselnde Lage innerhalb der Tonskala betrifft.

Aus der grossen Häufigkeit und Mannigfaltigkeit dieser partiellen Defekte lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass die normale Perception für die einzelnen Theile der Tonskala auf einer weit ausgebreiteten Strecke stattfinden muss.

[1]) Siehe: „Das Hörvermögen der Taubstummen.“ Wiesbaden, Bergmann. 1896.

Es dürfen somit schon diese Beobachtungen am Lebenden in ihrer Gesammtheit als eine wesentliche Stütze für die Hypothese von Helmholtz betrachtet werden, wenn auch die direkte Bestätigung durch eine grössere Anzahl von Sektionsbefunden noch fehlt.

Einen interessanten Gegensatz zu den übrigen Gruppen bietet endlich die letzte von mir abgeschiedene VI. Gruppe der Taubstummen mit der ansehnlichen Zahl von 33 Gehörorganen.

Hier finden wir durchgängig nur geringere, grossentheils sogar nur ganz unbedeutende Defekte am oberen und unteren Ende der Tonskala. Sowohl die Ausdehnung der Hörstrecke als die Perceptionsdauer für die einzelnen darauf geprüften Töne im ganzen Verlauf der Strecke würde hier für ein Verstehen der Sprache meistentheils genügend, theilweise sogar sicher vollkommen ausreichend sein. — Trotzdem haben alle diese Kinder die Sprache entweder gar nicht oder doch nur so mangelhaft erlernt, dass sie in der Taubstummenanstalt untergebracht werden mussten.

Das gute Hörvermögen, welches hier für die Tonreihe gefunden wurde, lässt uns für diese Fälle grössere Zerstörungen im Labyrinth oder im Verlauf des Hörnerven ausschliessen. Es bleibt uns also hier nur übrig, als Grund für die Taubstummheit cerebrale Veränderungen anzunehmen.

Die VI. Guppe ist das Bild, unter welchem uns die Erkrankungen der centralen Hörsphäre entgegentreten, während die Inseln und Lücken, zum Theil auch die kleineren Hörstrecken der III., IV. und V. Gruppe, als partielle Zerstörungen in der Schnecke, in seltenen Fällen vielleicht auch in den Acusticusbahnen des Hirnstammes, angesprochen werden dürfen.

Erst grosse, konsequent durchgeführte Untersuchungsreihen mit der kontinuirlichen Tonreihe am Lebenden können allmählich das Material vorbereiten, um die Theorie von Helmholtz auch auf pathologisch-anatomischem Wege sicher zu stellen.

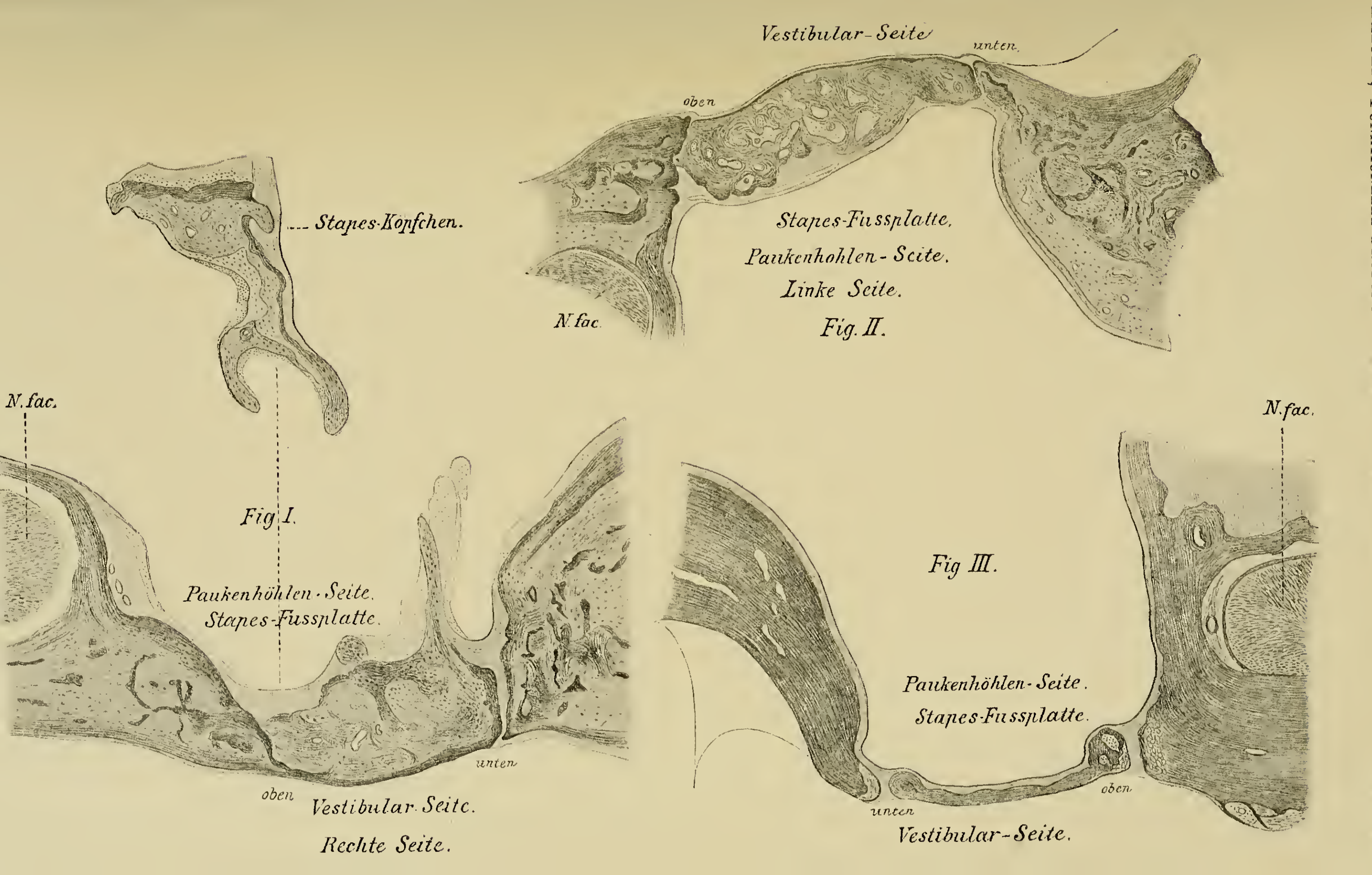
Diese Aufgabe geht aber über die Leistungsfähigkeit des Einzelnen hinaus und verlangt die thätige Mithilfe nicht nur der gesammten Otologen, sondern auch weiterer wissenschaftlicher Kreise, zu welcher ich hiermit eine Anregung gegeben haben möchte.

1.

sc.vest.
II. Windg.
Sc.tymp.
Path. Knochen.
Gangl.spir.
Lam.sp.o.
Paukenhöhle.
I. Windg.
sc.vest.
Sc.tymp.
verdickt. Periost.

2.

Nerv. Kanäle
Periost.
Stap.Fusspl.
Knorpel
Periost der Pelv.ov.
Vestib.
Membr.tymp.sec.


Vestibular-Seite
unten.
oben
Stapes-Fussplatte.
Paukenhohlen-Seite.
Linke Seite.
Fig. II.
N. fac.
Stapes-Köpfchen.
N. fac.
Fig I.
Paukenhöhlen-Seite.
Stapes-Fussplatte.
unten
oben
Vestibular Seite.
Rechte Seite.
N. fac.
Fig III.
Paukenhöhlen-Seite.
Stapes-Fussplatte.
oben
unten
Vestibular-Seite.

